



METSÄ GROUPIN METSÄNUUDIS- TAMISEN ONNISTUMINEN JA KONTROLLIMITTAUSVERTAILU PIRKANMAALLA 2014

Antti Lehonoksa

Opinnäytetyö
Syyskuu 2015
Metsätalouden koulutus

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Metsätalouden koulutus

LEHONOKSA, ANTTI:

Metsä Groupin metsänuudistamisen onnistuminen ja kontrollimittausvertailu Pirkanmaalla 2014

Opinnäytetyö 55 sivua, joista liitteitä 2 sivua
Syyskuu 2015

Opinnäytetyö tehtiin Metsä Groupin toimeksiantona, ja se perustui tekijän työharjoittelun aikana kesällä 2014 koealamittauksina keräämiin inventointituloksiin. Inventointi tehtiin yhtiön Pirkanmaalla sijaitsevassa Tampereen hankintapiirissä asiakkaille vuosina 2004–2013 uudistetuissa taimikoissa, ja se koostui 92 metsikkökuvioista 12 kunnan alueelta. Työn tarkoitus oli tarjota tausta-aineistoa yhtiön metsänuudistamisen ja sen laadunvalvonnan kehittämiseen, ja se koostui kahdesta tutkimuskokonaisuudesta. Aineiston perusteella selvitettiin, oliko metsätyypillä, maalajilla, uudistushakkuun ajankohdalla, metsikkökuvion sijainnilla, käytetyllä maanmuokkausmenetelmällä ja laskennallisella viljelytiheydellä vaikutusta metsänuudistamisen onnistumiseen. Lisäksi inventoinnin tuloksia verrattiin viljelytyön tehneiden yrittäjien omavalvontamittauksiin (41 kpl) ja yhtiön metsäasiantuntijoiden tekemiin tarkastusmittauksiin (7 kpl).

Luottamuksellinen aineisto johtopäätöksineen on poistettu julkisesta raportista. Tutkimuksessa keskityttiin puulajeista kuuseen ja mäntyyn rauduskoivu-, lehtikuusi- ja tammikuvioiden jäätyä yksittäisiksi. Kerätystä aineistosta saatujen tulosten perusteella metsätyyppi ja maalaji vaikuttivat metsänuudistumiseen aikaisempien tutkimusten mukaisesti. Uudistushakkuun ajankohdan ja kuntakohtaisen tarkastelun osalta aineiston vähyys ja epätasaisuus johtivat epävarmoihin lopputuloksiin. Kuusen taimikoiden maanmuokkausmenetelmänä käytetty mätästys todettiin oikeaksi valinnaksi, samoin männyllä istutukseen käytetty mätästys ja kylvöön käytetyt laikutus ja äestys. Metsäasiantuntijoiden tarkastustulokset olivat tarkkuudeltaan oikeansuuntaisia. Yrittäjien omavalvontamittauksista keskimäärin 1–2 vuotta myöhemmin taimia löytyi noin 11 % vähemmän, mikä vastasi aikaisempia tutkimustuloksia. Suositusrajojen vuoden 2014 päivityksen myötä vastaava tutkimus tulisi tehdä soveltaen uudestaan uusien suositusten aikaisten taimikoiden tullessa inventointi-ikään. Inventoinnin ajankohdaksi suositellaan kevättä, jolloin taimet erottuvat helpommin.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Program in Forestry

LEHONOKSA, ANTTI:

The Success and Measuring Results Comparison of Metsä Group's Forest Regenerations in Tampere Region in 2014

Bachelor's thesis 55 pages, appendices 2 pages
September 2015

The thesis was an assignment of forestry subdivision by company Metsä Group, and it was based on the inventory results gathered during the author's internship in summer 2014. Providing information for the company to develop its forest regeneration process, there were two topics to study. The first objective of the study was to examine if there was any causation for the success in forest regeneration with the variation of the following features: forest vegetation type, type of soil, year of regeneration cutting, municipal location of the regenerated forest stand, type of soil scarification and spacing with each inventoried tree species. The second objective was to compare the inventory results to earlier own-check measurements conducted by the entrepreneurs responsible for the actual regeneration work and to the control measuring results by the company's personnel. The data were collected from 92 young forest stands in 12 municipalities within Tampere region.

Confidential material and conclusions affiliated with it were excluded from the public version of the thesis. The study concentrated on Norway spruce (*Picea abies*) and Scots pine (*Pinus sylvestris*), of which most of the forest stands were comprised. Silver birch (*Betula pendula*), larch (*Larix sibirica*) and oak (*Quercus robur*) appeared on singular stands. Forest vegetation type and type of soil affected the sapling densities as expected in similar way to earlier studies. Data based on the year of regeneration cutting and stand's municipal location contained uncertainty and were therefore not directly useful. Used types of soil scarification were found correct and productive. The comparison to recommended spacings gave information to develop the process. Results compared with the personnel's measuring seemed valid, and the sapling decrease between the planters' own-checks and the inventory was -11 % on average, which was in line with previous studies. A new inventory was suggested to be made after the young stands that were cultivated at the era of current guidelines reach the inventory age. The study should be made in spring to ease the observation of saplings.

Key words: forest regeneration, quality control of forest regeneration, measurement comparison, Metsä Group

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	METSÄNUUDISTAMISEN LAATUUN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	8
2.1	Metsänuudistaminen Suomen lainsäädännössä	8
2.2	Maanmuokkaus ja taimikon perustaminen	9
2.2.1	Maanmuokkauksen ja kantojen sekä hakkuutähteiden korjuun vaikutus metsänuudistamiseen	9
2.2.2	Maanmuokkausmenetelmät.....	10
2.2.3	Metsänviljelytyö.....	12
2.3	Kilpailevan kasvillisuuden alkuvaiheen torjunta.....	12
2.3.1	Heinäntorjunta.....	13
2.3.2	Varhaisperkaus	14
2.3.3	Täydennysistutus.....	15
2.4	Taimituhojen aiheuttajia	16
2.4.1	Hirvi ja muut hirvieläimet.....	16
2.4.2	Myyrät	17
2.4.3	Tukkimiehentäi	17
2.4.4	Taimivaiheen sienitaudit	18
2.4.5	Abioottiset tuhot.....	19
3	TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT.....	21
3.1	Metsä Groupin metsänhoidon laadunvarmistusohje taimikkoinventoinneissa	21
3.2	Uudistusalojen inventointityö	22
3.3	Tulosten käsittely	23
3.4	Aineiston jakautuminen	24
4	TULOKSET	26
4.1	Metsänuudistamisen onnistumiseen vaikuttavat tekijät.....	26
4.1.1	Metsätyyppi.....	26
4.1.2	Maalaji.....	28
4.1.3	Uudistushakkuun ajankohta	30
4.1.4	Kuvion sijainti.....	32
4.1.5	Maanmuokkausmenetelmä.....	34
4.1.6	Laskennallinen viljelytiheys.....	35
4.2	Tulosten vertailu	36
4.2.1	Metsäasiantuntijoiden tarkastustulokset	37
4.2.2	Yrittäjien omavalvontatulokset	39
5	VERTAILU AIKAISEMPIIN TUTKIMUKSIIN.....	41

5.1 Tieteelliset julkaisut ja mittaustulokset.....	41
5.2 Opinnäytetyöt.....	43
6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	44
6.1 Epävarmuustekijät	44
6.1.1 Aineiston koko ja laatu.....	44
6.1.2 Menetelmävirheet.....	45
6.2 Johtopäätökset.....	47
LÄHTEET.....	50
LIITTEET	54
Liite 1. Inventoinnista saatujen mittaustulosten vertailu yrittäjien mittaustuloksiin kuvioittain	54

1 JOHDANTO

Tasaikäisrakenteinen metsänkasvatus on Suomen vallitseva metsänkasvatustapa, joka voidaan jakaa kasvatus- ja uudistamisvaiheisiin. Uudistamisvaihe käynnistyy tyypillisesti uudistushakkuusta, jonka jälkeen metsänomistajan on perustettava uusi taimikko hakkuussa syntyneelle aukolle. Jos luontaisen uudistamisen sijasta uudistamismenetelmäksi valitaan metsänviljely, tehdään uudistamisvaiheessa puusukupolven koko eliniän kestävät valinnat käytettävästä maanmuokkausmenetelmästä, viljelymateriaalista ja -ajankohdasta. Metsänuudistaminen on metsänomistajan velvollisuus, josta on Suomen laissa erikseen säädetty, ja siihen kuuluvat myös taimikon vakiinnuttamiseen mahdollisesti tarvittavat varhaishoidolliset toimenpiteet kuten heinätorjunta. Taimikon alkukehitykseen sisältyy useita vaaratekijöitä, muun muassa eläinten syöntivauriouhka ja erilaisia tuhohyönteisiä ja sienitauteja, jotka voivat aiheuttaa taimikon vaurioitumisen tai tuhoutumisen. Taimikon hoitamattomuuden tai perustamisvaiheen väärin valintojen johdosta menetetään taimikkoon sijoitettua pääomaa ja hidastetaan metsän kehitystä. Uhkia voidaan hillitä tekemällä kasvupaikalle ja käytettyyn viljelymateriaaliin sopivia perustamistoimenpiteitä ja huolehtimalla taimikon mahdollisimman häiriöttömästä alkukehityksestä.

Metsänomistajan oman tyytyväisyyden ja laissa säädettyjen velvoitteiden ohella metsänuudistamiseen kuuluu taloudellinen näkökulma. Metsänuudistamisen onnistuminen on osa metsänomistajien henkilökohtaista taloudenpitoa ja laajemmin kansantaloutta, ja sen taloudellinen merkitys korostuu puun määrässä ja laadussa metsän hakkuuhetkellä. Nykyisin metsänuudistaminen on myös osa metsätaloudellista liiketoimintaa, jolloin asiakkaan tyytyväisyys on myös entistä enemmän metsänhoitopalvelujen tarjoajien kiinnostuksen kohteena. Toimenpiteiden onnistuminen kuuluu olennaisena osana yritysten kustannustehokkuuteen ja yhteistoimintaan alihankkijoiden kanssa. Lisäksi metsäteollisuudelle on tärkeää saada tarvittava määrä riittävän laadukasta raaka-ainetta, mihin taimikon ripeä ja laadukas alkukasvu on ensimmäinen askel.

Metsänuudistamisen onnistuminen on edellä mainittujen tekijöiden vuoksi kiinnostava aihe, jota on myös tutkittu aikaisemmin. Metsänuudistamisen laatua ovat tutkineet muun muassa aiheesta raportin vuonna 2007 julkaisseet Metsäntutkimuslaitoksen, nykyisen Luonnonvarakeskuksen, tutkijat Ville Kankaanhuhta ja Timo Saksa. Lisäksi ai-

heeseen liittyen on tehty opinnäyte- ja tutkintotöitä muun muassa vuosina 2005 ja 2013. Tässä opinnäytetyössä saatuja tuloksia vertaillaan edellä mainittuihin aikaisempiin tuloksiin työn loppupuolella.

Metsä Group on metsäteollisuuskonserni, jonka emoyhtiö on Metsäliitto Osuuskunta omistajajäsenineen. Metsä Forest on osa Metsä Groupia ja vastaa yhtiön puunhankinnasta ja metsäpalveluista. Se tarjoaa asiakkailleen myös metsänuudistamis- ja hoitopalveluita ja valvoo niiden onnistumista osana toimintaansa. Tämä opinnäytetyö on toimeksianto Metsä Forestilta, ja siihen kuuluu kaksi tutkimuskohdetta. Kerätyn aineiston perusteella on ensimmäiseksi tarkoitus selvittää, miten erilaiset tekijät ovat vaikuttaneet Metsä Groupin asiakkaiden metsänuudistamisen onnistumiseen. Tarkastellut tekijät ovat metsätyyppi, maalaji, uudistushakkuun ajankohta, kuvion sijainti, käytetty maanmuokausmenetelmä ja laskennallinen viljelytiheys. Toiseksi vertaillaan saatuja tuloksia Metsä Groupin metsäasiantuntijoiden tarkastus- ja viljelytyön suorittaneiden yrittäjien omavalvontatuloksiin. Opinnäytetyön tavoite on vastata annettuihin tehtävänantoihin ja antaa mahdollisia parannusehdotuksia yhtiölle metsänuudistamistyölajiensa kehittämiseksi. Opinnäytetyössä käytettävä oma aineisto kerättiin Pirkanmaan alueelta kesällä 2014, ja metsikkötiedot sekä vertailtavat mittaustulokset ovat peräisin yhtiöltä. Käytettävän aineiston johdosta opinnäytetyö on rajattu käsittelemään pelkästään Pirkanmaata eli suunnilleen Metsä Groupin Tampereen hankintapiirin aluetta.

Omistettu papalleni, metsäteknikko Kustaa Rantaselle (1929–2015).

2 METSÄNUUDISTAMISEN LAATUUN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Lakisääteinen metsänuudistamisvelvoite on mahdollista täyttää tasaikäisrakenteiseen taimikkoon pyrkivänä luontaisena metsänuudistamisena tai metsänviljelynä, joka on Suomessa vallitseva metsän uudistustapa tyypillisesti pääte- eli uudistushakkuun jälkeen: vuonna 2013 noin 81 % Suomen metsänuudistamisista tehtiin metsänviljelyllä (Metsätilastollinen vuosikirja 2014, 105). Nk. metsänuudistamisketjuun liittyvät olennaisina osina viljelytavan ja -materiaalin valinta, perustamistoimenpiteet ja tarvittavat hoitotoimenpiteet taimikon kehityksen alkuvaiheessa (Kalland 2004, 547; Rantala, Saksa & Uotila 2011, 35). Vastaperustetun taimikon kasvatukseen liittyy oleellisesti eräiden yleisten tuhonaiheuttajien aiheuttamien tuhojen riski.

2.1 Metsänuudistaminen Suomen lainsäädännössä

Suomessa metsien hoitoa ja käyttöä määrittävä lainsäädäntö on osa metsälakia (1093/1996), jonka tuorein metsänuudistamista koskeva versio astui voimaan 1. tammi-kuuta 2014: valtioneuvoston asetuksella metsien kestävästä hoidosta ja käytöstä (1308/2013) päivitettiin etenkin eri-ikäisrakenteiseen metsänkasvatukseen liittyviä säädöksiä. Metsän uudistamisesta on metsälaissa säädetty sen toisessa luvussa.

Metsälain mukaan uudistushakkuun päättymisestä seuraa metsänomistajalle uudistamisvelvoite. Velvoite koskee myös kasvatushakkuuta, jonka jälkeen jäävä puusto ei laadultaan tai määrältään ole kelvollinen edelleen kasvatettavaksi. (1093/1996, 5 §.) Uudistushakkuu katsotaan laissa päättyneeksi hakkuun muodostettua vähintään 0,3 hehtaarin suuruisen aukon.

Uudistamisvelvoitteen katsotaan täyttyneen, kun aukon (ns. käsittelyalue) tilalle on saatu aikaan riittävän tiheä ja tasainen, vähintään 0,5 metriä pitkä taimikko, jota muu kasvu ei välittömästi uhkaa. Riippuen siitä, missä päin Suomea käsittelyalue sijaitsee, on taimikko saatava aikaiseksi 10–25 vuoden kuluttua puunkojuun päättymishetkestä. Vaihtoehtoina uudistamiseen ovat metsänviljely ja luontainen uudistaminen. Tasaikäisrakenteisessa metsänkasvatuksessa metsälaki velvoittaa suorittamaan tarvittavat perustamistoimenpiteet kolmen vuoden kuluessa hakkuun päättymishetkestä. Lisäksi se velvoittaa hoitamaan taimikon jälkitoimenpiteet kuten täydennysistutuksen. Metsänuudis-

tamisessa voidaan erillistä selvitystä vaativia puulajeja lukuun ottamatta käyttää metsälain 8 § mukaan 13 mainittua puulajia ja lisäksi poikkeustapauksissa hieskoivua.

2.2 Maanmuokkaus ja taimikon perustaminen

Maanmuokkaus toteutetaan metsätalouden näkökulmasta metsänviljelyinvestoinnin turvaamiseksi ja parhaan mahdollisen taloudellisen lopputuloksen aikaansaamiseksi. Maanmuokkaustapa valitaan uudistusalan olosuhteiden, kuten kivennäismaan raekoon, ja viljeltävän puulajin mukaan. Metsänviljelymateriaali istutetaan tai kylvetään muokattuun maahan, tai uudistumisen annetaan tapahtua luontaisesti läheisen puuston tuottamien siementen avulla. (Äijälä ym. 2014, 83.)

2.2.1 Maanmuokkauksen ja kantojen sekä hakkuutähteiden korjuun vaikutus metsänuudistamiseen

Maanmuokkauksella pyritään parantamaan pienten taimien selviytymismahdollisuuksia kilpailevaa kasvillisuutta vastaan paljastamalla kivennäis- tai turvemaata ja viljelemällä haluttu materiaali paljastettuun maahan. Tällöin taimet pääsevät myös suoraan kiinni kivennäismaan ravinne- ja vesiresursseihin niiden tarvitsematta tunkeutua humuskerroksen läpi. (Äijälä ym. 2014, 83–91.) Järvisen ym. (2005) tutkimuksen mukaan maanmuokkauksella paljastettu kivennäismaata oli selkeästi paras vaihtoehto männyn siementen itämiselle ja taimettumiselle verrattuna esimerkiksi muokkaamattomaan maahan.

Maanmuokkausjälkien ollessa ympäröivää maastoa mikroilmastollisesti korkeammalla niiden lämpöolosuhteet paranevat, ja niissä olevien taimien juuriston lämpötila nousee tehostaen kasvua. Kemppaisen ja Kubinin (1994) mukaan aurauksen tasoitti taimien viereisen ilman lämpötilan vaihteluita 10 cm:n korkeudessa, mikä muun muassa laski merkittävästi hallavaurioiden vaaraa. Auruus myös nosti kumulatiivista lämpösummaa ja lämpötilan taimien juuristossa kasvun kannalta tehokkaalle tasolle. Aurauksen on todettu nostavan taimikon lämpötilaa ainakin kymmeneksi vuodeksi. (Kemppainen & Kubin 1994; Äijälä ym. 2014, 83–91.) Aurauksen sijaan Etelä-Suomessa on nykyisin siirrytty käyttämään mätästystä, jonka tuottamat kohoumat vastaavat periaatteessa olosuhteiltaan metsäauraukselta (Saksa 2011, 92).

Kilpailevan kasvillisuuden puuttuminen ensimmäisten vuosien ajan ehkäisee myös tiettyjä tuhoja, kuten tukkimiehentäin syöntivaurioita. Viljelykohtia luodaan maanmuokkauksessa sopiva määrä (ns. viljelytiheys) käytettävissä olevan maa-alan koko kasvupotentiaalin hyödyntämiseksi. Kivennäismaan muokkauksen jälkeen jätettävä pieni humusmäärä hyödyttää taimia muun muassa sitomalla vettä ja ehkäisemällä pintaeroosiota. (Äijälä ym. 2014, 83–91.)

Hakkuun yhteydessä voidaan myös korjata talteen tuoreimmassa hakkuussa syntyneitä kantoja ja/tai hakkuutähteitä eli lähinnä oksa- ja latvusmassaa. Korjuu tehdään vain siihen soveltuviksi arvioiduilla kohteilla. Kaikkea kanto- tai hakkuutähdemassaa ei kerätä, vaan osa jätetään maahan. (Äijälä ym., 68–69.) Kantojen korjuulla on metsänuudistamiseen oleellisia vaikutuksia, vaikka kantoihin sitoutuu paljon vähemmän puun kasvulle tärkeää typpeä kuin neulasmassaan, jonka kerääminen energiakäyttöön on tavanomaista. Kantojen korjuun huomattavampia vaikutuksia maaperään ovat hitaasti lahoavan aineksen poistuminen ja maankamاران lämpöolosuhteiden muuttuminen. Kantojen korjuu johtaa yleensä maanmuokkaukustannusten pienenemiseen, ja työläjillä on maanpintaa rikkoessaan taipumus lisätä luontaisten, viljelytaimikkoa täydentävien mutta myös viljelytaimien kanssa kilpailevien taimien lukumäärää (Äijälä ym. 2014, 69). Koska kantojen sisältämä eloperäinen aines sitoo vettä maaperään, on kantojen korjuuta vältetty karkeampien raekokojen kangasmailla, eli männyn kantoja ei juuri ole kerätty kuusen tavoin. Kantojen korjuulla saattaa olla pitkällä aikavälillä maaperää köyhdyttävä vaikutus. (Helmisaari ym. 2009, 58–59, 62; Äijälä ym. 2014, 68–69.) Jos osa hakkuutähteistä jätetään hakkuualalle, on hakkuutähteiden keruun todettu olevan kuusen istutustaimikon ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella kasvun kannalta selkeästi vähämerkityksellisempi toimenpide kuin maanmuokkaus (Saksa 2013, 145–146.)

2.2.2 Maanmuokkausmenetelmät

Tapion Metsänhoidon suositusten mukaan rehevien kivennäismaiden maanmuokkausmenetelmäksi soveltuu parhaiten mätästys, vettä läpäisevien kivennäismaiden menetelmiksi äestys sekä laikutus ja turvemaille kääntömatästäys sekä laikutus. Kosteilla maaperillä ylimääräinen vesi johdetaan tarvittaessa pois tai sivuun ojituksella, oja- tai navero- matästyksellä. Yksittäisellä maanmuokkaukskohteella voi olosuhteista riippuen käyttää useampaa kuin yhtä maanmuokkausmenetelmää. (Äijälä ym. 2014, 83–84.)

Äestys ja laikutus

Äestystä ja laikutusta käytetään karkeilla kangasmailla, joilla uudistaminen tapahtuu pääasiassa siemenlähtöisesti. Äestyksessä kivennäismaa paljastetaan yhtäjaksoisella, 60–80 senttimetrin levyisellä jäljellä. Äestysvakoja suositellaan tehtäviksi noin kahden metrin välein, jolloin äestysjälkeä syntyy noin 4000–5000 metriä/ha. Laikutuksessa kivennäismaa poistetaan noin 50–70 senttimetrin levyisin laikuin, joita syntyy hehtaarille noin 4000–5000 kappaletta. (Äijälä ym. 2014, 84–86.)

Mätästyksen

Mätästyksessä maasta kauhaistaan sivuiltaan noin 60-senttinen mätäs, joka käännetään kivennäismaapuoli ylöspäin. Mätästystä käytetään hienojakoisilla mailla, koska se muun muassa estää routimista humuskerroksen jäädessä taimen ja maaperän väliin. Mätästystapoja ovat laikkumätästys ja kääntömätästys, vetisillä mailla myös navero- ja ojitusmätästys. Laikkumätästyksessä mätäs käännetään kaivamisjäljen viereen, jolloin syntyy kaksinkertainen humuskerros (kuva 1). Kääntömätästyksessä maa-aines käännetään takaisin kuoppaan, jolloin mätäs painuu takaisin maanpinnan tasolle. Naveromätästyksessä kaivetaan pintavesien ohjaamiseksi lyhyitä yhtenäisiä pätkiä, joiden maa-aines käännetään halkaisijaltaan 60–80-senttisiksi kummuiksi. Ojitusmätästyksessä kaivetaan mätästyksen yhteydessä oja istutusalan kuivattamiseksi pohjavettä laskemalla (kuva 1). (Äijälä ym. 2014, 84, 86–87.)



KUVA 1. Esimerkkejä mätästyksestä. Vasemmalla laikkumätästetty kuusen istutuskoh- ta: mätäs auttaa taimen kasvuun sen ensimmäisinä elinvuosina. Oikealla mätästetylle uudistusalalle on kaivettu oja ylimääräisen veden pois johtamiseksi. Kuvauskohteet ei- vät olleet mukana inventoinnissa. (Kuva: Antti Lehonoksa 2012)

2.2.3 Metsänviljelytyö

Metsänviljelyssä käytetään alkuperältään tarkasti tiedettyä ja saatavuuden rajoissa jalostettua siemen- tai taimimateriaalia erotuksena siemenpuumenetelmässä käytetyistä lähipuuston tuottamista luonnonsiemenistä. Siemenmateriaalin ihmis- tai konevoimin kylvökohtiin levittämistä kutsutaan kylvöksi, ja kuusentaimien istuttamista maanmuokausjälkeen kutsutaan yksinkertaisesti istuttamiseksi. Keskikarkeilla ja karkeilla maaperillä, joilla mänty uudistuu hyvin, Metsänhoidon suositukset suosittelevat uudistamista siementen avulla, mikä tarkoittaa joko kylvöä tai siemenpuumenetelmän käyttämistä. Hienojakoiset maat sen sijaan routivat helposti, ja ne tulisi istuttaa, jolloin vähennetään sirkkataimien nousua maaperästä juurineen (Äijälä ym. 2014, 83.) Metsänviljelytyö on perinteisesti tehty ihmisvoimin, mutta myös koneellista metsänviljelyä harjoitetaan. Varsinkin konekylvö on tavallista, ja maanmuokkauksen yhteydessä se on kustannustehokkain kylvömenetelmä. (Äijälä ym. 2014, 89–91.)

Istuttaessa käytetään nykyisin pääasiassa paakkutaimia, joissa taimien juuristoa peittää kostea turvepaakku. Taimet istutetaan käsin istutusputkella mahdollisimman paljaaseen muokattuun kohtaan. Mättäissä tällainen kohta löytyy mättään keskeltä ja istuttamiselle harvinaisemmissa äestyskohteissa ja laikutuksessa vaon tai laikun kohouman keskeltä. Myös kylvössä siemenet asetetaan mättään tai laikun keskelle tai matalaan ja tasaiseen maastonkohtaan. Syvät maastonkohdat keräävät kylmää ja vettä eivätkä ole hyviä viljelykohtia. Käsin kylvetyt siemenet peitetään kevyesti maalla niiden kasvuolosuhteiden parantamiseksi. Taimettumisen on todettu olevan tehokkaampaa peitetyillä siemenillä ja lievissä painaumuksissa (Kinnunen 2002). Taimikon perustamisen kulmakivi on oikea viljelykohtien määrä. (Äijälä ym. 2014, 89–91.) Kunkin puulajin taimien laskennallinen viljelytiheys (kpl/ha) on määritelty mahdollisimman tehokkaan kasvun saavuttamiseksi. Männylle suositellaan muita puulajeja korkeampaa viljelytiheyttä puun laadun parantamiseksi ja tuhojen pienentämiseksi (Äijälä ym. 2014, 47–48).

2.3 Kilpailevan kasvillisuuden alkuvaiheen torjunta

Hoitamaton taimikko altistaa viljellyn taimiaineksen usein muun kasvillisuuden aiheuttamalle kilpailulle, joka voi aiheuttaa taimikuolemia ja tavallisesti taimikon kasvuunlähdön sekä alkukasvun hidastumista. Kilpailua syntyy, kun useampi taimi tai muu kas-

villisuus yrittää selviytyä samoilla vesi-, ravinne- ja valo-/lämpöresursseilla. Nopeamman alkukehityksen kasvillisuus varjostaa usein alle jääviä kilpakumppaneitaan. Taimikon kasvaessa pituutta se usein riukuuntuu kovalle kilpailulle altistuneena. Lisäksi metsänhoidollisesti ylitieheä puusto altistaa taimet erilaisille bioottisille ja abioottisille tuhoille, joita on käsitelty tarkemmin alaluvussa 2.4. (Äijälä ym. 2014, 52–53, 91–92.)

Metsänuudistamisen onnistuminen taataan taimikon varhaishoidolla. Varhaishoidon tarvetta pyritään pienentämään suorittamalla oikeanlaatuinen maanmuokkaus ja raivaamalla uudistusala ajoissa. Varhaishoidon ajoitus on kustannuksellisesti sekä taimikon elin- ja kasvukyvyn ylläpitämiseksi olennainen osa metsänuudistamisketjua. Tyypillisiä varhaishoidollisia toimenpiteitä taimikoille ovat heinäntorjunta, varhaisperkaus ja täydennysistutus. (Äijälä ym. 2014, 52–53, 91–92.)

2.3.1 Heinäntorjunta

Heinäntorjuntaa tehdään reheväkasvuisilla taimikoilla, joilla pienet taimet uhkaavat hävitä kilpailussa muulle kasvillisuudelle, josta Suomen olosuhteissa yleisimpiä lienevät vadelma, horsmat ja heinät, esimerkiksi metsälauha (kuva 2). Rehevä aluskasvillisuus vääntää puuntaimia ja pahimmassa tapauksessa lakoontuu niiden päälle tukahduttaen niiden kasvun. Runsas aluskasvillisuus tarjoaa yleensä myös kosteutta ja suojan myyrille ja muille jyrsijöille sekä erilaisille sienitaudeille. Lumiseen talviaikaan riski etenkin myyrätuhoille korostuu. (Äijälä ym. 2014, 52–53, 91–92.)



KUVA 2. Inventoitu kuvio Orivedellä. Mustikkatyyppin metsän kuusentaimet kilpailevat elintilasta mm. metsälauhaa ja vadelmaa vastaan. (Kuva: Antti Lehonoksa 2014)

Heinäntorjunnassa poistetaan, katkaistaan, poljetaan tai taitetaan taimien ympärillä oleva kasvillisuus, joka uhkaa taimien kasvua. Toimenpiteen voi suorittaa joko mekaanisesti tai kemiallisesti. Mekaaninen heinäntorjunta on yleensä hidasta ja työlästä, ja se joudutaan tekemään nuoressa taimikossa yleensä useamman kerran kesässä muutaman vuoden ajan kohteesta riippuen. Torjuntatuloksen kannalta paras ajankohta heinäntorjunnalle on keskikesä, jolloin taimet tosin erottuvat huonosti. (Äijälä ym. 2014, 52–53, 91–92.)

Kemiallisessa heinäntorjunnassa riittää usein käsittely kertaalleen, ja sen voi tehdä myös maanmuokkauksen yhteydessä koneellisesti. Kemiallisen heinäntorjunnan haaste on kuitenkin sen suorittaminen aikaan, jolloin taimet kestävät käsittelyn, tai ne on suojattava. Kemiallisen torjunta-aineen käyttöön liittyvät myös vesiensuojelulliset seikat, kuten suojakaistojen käyttö ja käyttökiellot pohjavesialueilla. (Äijälä ym. 2014, 52–53, 91–92.) Kasvatettavien taimien suojeluun muulta kasvillisuudelta on käytetty myös erilaisia taimien ympärille asetettavia, luonnossa hajoavia levyjä, jotka voidaan myös käsitellä torjunta-aineella (Siipilehto 2001).

2.3.2 Varhaisperkaus

Varhaisperkauksen tarkoitus on poistaa kasvatettavia taimia varjostavia ja niiden kasvuresursseja kuluttavia puita ja vesakkoa. Varjostuksen ohella taimien kilpailu resursseista tapahtuu etenkin juuristossa. Varhaisperkausta tarvitaan sitä yleisemmin, mitä rehevämmästä kasvupaikasta on kyse: karuimmilla kasvupaikoilla varhaisperkaukselle ei usein ilmene tarvetta lainkaan, mutta rehevimmillä kasvupaikoilla saattaa olla tarpeen jopa toinen varhaisperkauskerta. Etupäässä varhaisperkauksessa poistetaan kasvatettavien taimien kanssa suunnilleen samanpituiset tai niitä pidemmät lehtipuuesat, jotka pioneeripuulajeina kasvavat alkuvaiheessa etenkin kuusentaimia huomattavasti nopeammin. (Harstela 2003, 147; Äijälä ym. 2014, 52–53, 91–92.) Taimikon perkaus kasvattaa huomattavasti puiden tulevaa runkotilavuutta ja nopeuttaa puuston kiertoaikaa jopa vuosikymmenellä (Rantala ym. 2011, 36).

Varhaisperkauksen suoritustapoja ovat täys- ja reikäperkaus. Täysperkauksessa taimikosta poistetaan kaikki lehtipuusto runkolukua täydentävää ja monimuotoisuuden lisäämistä varten jätettyä puustoa lukuun ottamatta. Reikäperkauksessa poistetaan vain

kasvatustaimien viereinen kasvusto noin metrin säteeltä ja muualta etukasvuinen taimikko. Perkausta on kokeiltu myös koneellisena kitkentänä, jolloin ylimääräisten taimien kitkeminen juurineen vähentää vesomista huomattavasti. Koneellisen kitkennän on todettu olevan kannattavaa kivennäismailla tapauksissa, joissa se poistaa erillisen taimikonhoidon tarpeen. (Äijälä ym. 2014, 52–53, 91–92.)

Kuusentaimikon varhaisperkauksessa poistetaan kuusten kasvua haittaavat lehtipuut ja suosituksen mukaan kaikki vesasyntyinen lehtipuusto. Ylispuutaimikon ylispuiden poiston yhteydessä poistetaan vahingoittuneet taimet. Nopeakasvuissa koivikoissa perataan vain alkukasvua haittaava vesakko, koska oksiston kilpailu parantaa myöhemmin puuaineen laatua. Männyn kasvatusta suositellaan alusta alkaen tiheänä juuri tulevaisuuden puuaineen laadun parantamiseksi. Varhaisoidon jälkeen tulisi vuoden 2014 suositusten mukaisesti jäädä kasvatettaviksi 4000–5000 mäntyä ja niiden kasvua häiritsemätöntä lehtipuuta hehtaaria kohden (Äijälä ym. 2014, 53). Mäntyä kasvatettaessa liian runsas lehtipuusto aiheuttaa kuitenkin merkittäviä määrä- ja laatutappioita (Miina & Saksa 2010, 124–126). Versoruostesienivaaran takia männyntaimikoista tulisi perata pois kaikki haavantaimet. (Äijälä ym. 2014, 52–53, 91–92.)

2.3.3 Täydennysistutus

Täydennysistutusta käytetään, jos viljelty taimikko todetaan tavoitteisiin nähden liian harvaksi. Kehityskelpoisten taimien lakisääteinen vähimmäismäärä on havupuuvaltaisissa taimikoissa 1500 kpl ja lehtipuuvaltaisissa 1100 kpl hehtaarilla. Toimenpiteen tarve määritetään mahdollisimman aikaisin ja siihen ryhdytään, jos uudistusala on taimetunut epätasaisesti tai taimia on kuollut liiaksi. (Äijälä ym. 2014, 52–53, 91–92.)

Koska täydennysviljely tehdään tavallisesti muutaman vuoden sisällä alkuperäisestä viljelystä, käytetään siihen alkuperäistä suurempia taimia kasvueron tasaamiseen. Täydennysistutustaimet istutetaan vapaina oleviin maanmuokkauskohtiin, joiden löytäminen voi vuosien kuluttua olla haastavaa. Lain vähimmäisvaatimuksena oleva 50 cm:n pituinen taimikko on eteläisessä Suomessa perustettava kymmenen vuoden kuluttua uudistushakkuusta, jolloin alkuperäiset muokkauskohdat ovat jo kasvaneet umpeen. (Äijälä ym. 2014, 52–53, 91–92.)

2.4 Taimituhojen aiheuttajia

Tässä alaluvussa esitellään taimivaiheen tyypillisimpiä Suomessa esiintyviä tuhonaiheuttajia, joista osa oli todennäköisesti aiheuttanut tuhoja myös opinnäytetyötä varten inventoiduissa taimikoissa. Tavallisimmat pirkanmaalaisten metsätuhojen aiheuttajat ovat metsässä tavallisestikin eläviä nisäkkäitä, hyönteisiä tai sieniä, jotka kuitenkin voivat paikallisesti saavuttaa huomattavan tuhovoiman. Lisäksi on olemassa abioottisia tuhonaiheuttajia, jotka liittyvät taimikoiden osalta tavallisesti sää- ja maaperän olosuhteisiin. Taimituhoja pyritään ehkäisemään ennalta huolehtimalla taimikon elinvoimaisuudesta toteuttamalla laadukkaasti edellisissä luvuissa mainitut perustamistoimenpiteet. (Tuhonaiheuttajaluettelo 2013; Äijälä ym. 2014, 32.)

2.4.1 Hirvi ja muut hirvieläimet

Hirvi (*Alces alces*) on Suomessa erittäin yleinen taimituhojen aiheuttaja etenkin 1–3-metrisissä taimikoissa. Sen aiheuttamat taimikuolemat ja -vauriot aiheutuvat etupäässä sen syödessä ravinnokseen mäntyä ja lehtipuita. Pahimmillaan hirvilauma voi tuhota taimikon kokonaan, varsinkin, jos se talvehtii toistuvasti saman taimikon kohdalla. Yleisiä laatutappioita ovat syönnin aiheuttamat latvanvaihdot ja oksien riipimisjäljet. Koska hirvituhot ovat hyvin tavallisia, on niitä kompensoitu erillisellä korvausmenetelällä. Suomessa esiintyy myös muita hirvieläimiä, jotka aiheuttavat hirven kaltaisia tuhojälkiä, esimerkiksi Pirkanmaalla yleinen valkohäntäkauris (*Odocoileus virginianus*). (Heikkilä, Kankaanhuhta, Lipponen & Väkevä 2012.)

Hirvikannan säätely metsästämisellä on avainasemassa lajin aiheuttamien metsätuhojen hillitsemisessä. Erilaisia karkotteita on olemassa, mutta niiden toimivuus on vaihtelevaa. Männyntaimikoiden lehtipuuston poistaminen ajallaan taimikon perkauksessa (Miina & Saksa 2013, 41) ja tämän jälkeen tiheänä kasvattaminen maltillistavat hirvituhoriskiä. (Heikkilä ym. 2012.) Pahimpien hirvituhoriskialueiden männiköt kasvatetaan mahdollisimman tiheinä, ja taimikonhoito tehdään vasta taimien kasvettua hirvien ulottumattomiin (Äijälä ym. 2014, 34).

2.4.2 Myyrät

Myyrät ovat jyrsijöitä, joita metsätuhonaiheuttajina esiintyy Suomessa neljä eri lajia. Metsämyyrä (*Clethrionomys glareolus*) syö taimien silmuja ja nuoria kasvaimia (Henttonen, Kankaanhuhta & Väkevä 2000b), ja vesimyyrä (*Arvicola terrestris*) syö muun ravinnon puutteessa taimien juuria etenkin vesistöjen viereisillä pellonmetsityskohteilla (Henttonen, Kankaanhuhta & Väkevä 2003). Suomen myyrälajeista yleisin metsätuhojen aiheuttaja on kuitenkin peltomyyrä (*Microtus agrestis*), jonka kaltaisia tuhoja Pohjois-Suomessa tekee lapinmyyrä (*Microtus oeconomus*) (Henttonen, Kankaanhuhta & Väkevä 2000a). Peltomyyrä syö etupäässä heinäkasvillisuutta mutta turvautuu talvisin puiden kuoreen. Se syö koivun ja männyn kuorta nuorissa taimikoissa, joihin on muodostunut peittävää kasvillisuutta, ja vanhastaan heinäisille pellonmetsityskohteille. Pahimmillaan myyrät voivat tuhota koko taimikon. Heinäkasvillisuuden lisäksi peltomyyrä saa talvisin suojaa lumesta, ja sen syöntijälki on usein taimen varressa maanpinnan ja lumirajan välissä. Peltomyyrän syötyä puun kuorta puun kasvuvoima heikkenee. Puun kasvaessa siihen muodostuu laatuviikoja, ja se altistuu herkemmin muille tuhoille, kuten sienituhoille. (Henttonen, Kankaanhuhta & Väkevä 2000c.)

Myyräpopulaatioiden koko ja siitä riippuva metsätuhovoima vaihtelivat pitkään tasaisen syklisesti saavuttaen huippunsa muutaman vuoden välein, mutta nykyisin syklisyys on heikentynyt ja populaatiohuippujen ennustaminen hankaloitunut. Luonnonvarakeskus, entinen Metsäntutkimuslaitos, on kuitenkin yrittänyt laatia säännöllisesti myyräennusteita, joiden avulla metsänomistaja voi yrittää ajoittaa uudistamistoimenpiteet pienimmän myyrätuhoariskin aikaan (Myyräennusteet 2015). Myyrien aiheuttamia tuhoja on ylipäänsä vaikea torjua, mutta metsänuudistamisvaiheessa tehtävät ratkaisut ovat siinä oleellisia. Lehtipuulajit eli suuri osa erikoispuulajeista ja koivut ovat herkkiä myyrätuhoille. Tärkeä toimenpide on heinäntorjunta, jolloin myyrien suojaisat olosuhteet heikkenevät ja niiden ravinnon määrä pienenee. Myyrätuhojen torjumista varten on kehitetty erilaisia taimisuoja- ja karkotteita. (Henttonen ym. 2000c.)

2.4.3 Tukkimiehentäi

Tukkimiehentäi (*Hylobius abietis*) on aikuisena väritykseltään tumma, hieman yli senttimetrin pitkä kuoriaislaji, jonka elinkaari on riippuvainen havupuista (Kankaanhuhta

2005). Sitä esiintyy lähes koko Suomessa, etenkin maan lämpimämmässä eteläosassa yleisesti (Tuhohyönteisten kehitys ja lämpösumma 2014). Tukkimiehentäin on useissa tutkimuksissa todettu olevan suurimpia istutuksenjälkeisiä tuhonaiheuttajia (Saksa 2011, 92).

Tukkimiehentäi aiheuttaa taimille stressiä ja kasvutappioita syömällä aikuisvaiheessa etenkin alkukesäisin nuorten havupuiden taimien kuorta, jolloin taimen veden ja ravinteiden saanti heikkenee ja puuaines paljastuu laikuittain. Pahimmassa tapauksessa taimet kuolevat, jos niiden ravinteiden- ja vedenkuljetuksesta vastaavat puuaineksen pintakerros ja nilakerros syödään varren ympäri. Luonnonvarakeskuksen mukaan tukkimiehentäi vioittaa torjunta-aineilla käsittelemättömistä taimista jopa 80 prosenttia, ja yli puolet taimista kuolee. Tukkimiehentäituhot tapahtuvat yleisimmin viljelyn jälkeisenä kesänä ja seuraavan sukupolven synnyttyä, 2-5 vuotta tämän jälkeen. (Kankaanhuhta 2005.)

Tukkimiehentäitä torjutaan yleisesti käsittelemällä taimet torjunta-aineella taimitarhassa. Myös maanmuokkaus haittaa tukkimiehentäin eloa poistamalla hyönteisiä suojaavaa kasvillisuutta, ja männiköllä tiheä taimikko pienentää tukkimiehentäin aiheuttamia menetyksiä. Viljelytaimet on todettu tukkimiehentäille luontaisia taimia mieluisammaksi ravinnoksi. Taimet vahvistuvat noin 4-6 vuoden kuluttua viljelystä tukkimiehentäin syönnin kestäviksi. (Kankaanhuhta 2005; Saksa 2011, 102.)

2.4.4 Taimivaiheen sienitaudit

Nuoria taimia uhkaavat useat sienitaudit, kuten joukko karisteita, homeita ja ruosteita (Tuhonaiheuttajaluettelo 2013). Suurin osa sienitaudeista ei ole kuitenkaan kovin yleisiä. Tavallisimpia Suomessa esiintyviä taimien sienitauteja on harmaahome (*Botrytis cinerea*), joka voi myös aiheuttaa laajamittaisia taloudellisia tappioita kaikilla puulajeilla. Sen tunnistaa taimeen kehittyvästä harmaasta rihmastosta ja mahdollisista neulasten varisemisesta. Kuten suurimmassa osassa muitakin sienitauteja, harmaahomeriski kasvaa taimen altistuttua aikaisemmalle vauriolle kuten hyönteisen tai eläimen syönnille tai säätekijöistä riippuville vaurioille. Taimikon ylitihedyn aiheuttamat liiallinen kosteus tai päinvastaisesti kuivuus sekä valonpuute ovat myös tartuntavaaraa korottavia riskite-

kijöitä. Harmaahome on vaarallinen tauti etenkin taimitarhoilla, joista jaettava taimimateriaali ei saisi sitä muiden tautien tavoin sisältää. (Kankaanhuhta & Väkevä 2000b.)

Toinen Suomen metsissä tyypillinen sienitauti on männynversoruoste (*Melampsora pinitorqua*), jota esiintyy männyn uudistusaloilla ja nuorissa männyntaimikoissa. Sen esiintyminen on riippuvainen mäntyjen läheisyydessä kasvavasta haavasta, ja haapa-vesojen poistaminen taimikosta on tehokas keino torjua männynversoruostetta. Se voi aiheuttaa taimiin kasvutappioita ja erilaisia vikoja tai tappaa ne kokonaan. (Jalkanen, Kankaanhuhta, Lipponen & Väkevä 2000.)

2.4.5 Abioottiset tuhot

Abioottiset eli ei-biologisten tekijöiden aiheuttamat tuhot vastaavat lähes kolmanneksesta Suomen metsissä laatutappioita aiheuttaneista tuhoista. Niistä yleisimmät eli tuulituhot ja osaksi myös lumituhot eivät käytännössä koske taimikoita. Säähän liittyvien (esim. rouste ja halla) tuhonaiheuttajien lisäksi taimikoiden abioottisia tuhoja voivat aiheuttaa muun muassa erilaiset maaperätekijät. (Lier, Parviainen & Västilä 2012.)

Kuivuus

Puun kuivuminen johtuu sen liiallisesta haihduttamisesta vedensaantiin nähden. Kuivumisen seurauksena puu nuutuu, altistuu muille tuhoille ja lopulta kuolee. Pienikokoiset taimet ovat erityisen herkkiä kuivumiselle pienestä juuristostaan johtuen, ja istutetulla kuusella on taipumus kuivua mäntyä herkemmin. (Kankaanhuhta & Väkevä 2004.)

Routa

Routiminen on maaperän ilmiö, jossa maaperässä sijaitseva vesi jäätyy. Jäätyvä vesi nousee kapillaari-ilmiön johdosta liikuttaen maa-ainesta. Mitä hienojakoisempaa maa on, sitä voimakkaampaa on routiminen. Pintaroutaa kutsutaan myös rousteeksi. Pientaimille rouste on ongelma, koska se nostaa taimia juurineen irti maasta. Yksittäisten vastaistutettujen paakkutaimien irtoaminen maaperästä on tavallista, ja sitä voi yrittää hillitä lähinnä istuttamalla taimet tarpeeksi syväälle ja suosimalla istuttaessa keskikarkeita maalajeja. (Ilvesniemi 2008, 128; Kankaanhuhta & Väkevä 2000c.)

Halla ja pakkanen

Hallaa esiintyy lämpötilan painuessa keväällä, kesällä tai syksyllä lämpimänä aikana pakkasen puolelle. Sitä esiintyy todennäköisimmin alavissa maastonkohdissa, joihin kylmä ilma kerääntyy. Vakavan hallavaurion seurauksena puuhun tulee laatuviikoja tai kasvutappioita, tai se kuolee kokonaan. Kasvueroista johtuen mänty kestää hallaa kuusta paremmin keväällä, ja kesällä kuusi on mäntyä hallankestävämpi puulaji. Oikeat valinnat uudistamisvaiheessa ja verhopuuston käyttö estävät hallatuhoja. (Kankaanhuhta & Väkevä 2000a.) Alustavien tutkimustulosten mukaan lämpenevät talvet johtavat useampiin lämpötilanvaihteluihin ja muodostavat siten jäätä, joka haittaa taimien kaasujenvaihtoa, mikä johtaa taimikuolemien yleistymiseen (Laitala 2015).

3 TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT

Tässä luvussa kuvaillaan niitä ohjeistuksia ja menetelmiä, joiden mukaisesti työssä käytetty tieto kerättiin ja kuinka se jalostettiin lopulliseen muotoonsa. Ajantasaisen tiedon kerääminen suoritettiin kesän 2014 aikana yhtiön virallista ohjetta noudattaen. Keräämisolosuhteista johtuen tietoon sisältyy virheen mahdollisuuksia, joita on pyritty selvittämään ja eliminoimaan epävarmuustekijöitä käsittelevässä alaluvussa opinnäytetyön lopussa.

3.1 Metsä Groupin metsänhoidon laadunvarmistusohje taimikkoinventoinneissa

Laadunhallinta kuuluu palveluiden tasokkaaseen tuottamiseen. Metsä Groupilla metsänhoitopalveluiden laadun varmistamiseksi on annettu erillinen ohje, jota metsänhoitotöiden suorittajien, metsäasiantuntijoiden ja laaduntarkkailijoiden on noudatettava. Ohjeen mukainen toiminta auttaa työntekijöitä kehittämään omaa toimintaansa, ja siitä saatavia tuloksia voidaan hyödyntää metsävaratiedon hallinnassa sekä asiakkaalle tiedottamisessa. (Metsänhoidon laadunvarmistusohje; Äijälä ym. 2014, 149.)

Inventoinnissa hyväksytyt taimet kuuluivat kasvatettavaan puulajiin ja olivat vähintään 50 cm etäisyydellä toisistaan. Pituudeltaan taimien tuli olla vähintään puolet taimikon keskipituudesta. Jos mitattava kuvio oli esim. poikkeuksellisen rehevä, laskettiin mukaan yhtiön ohjeesta tapauskohtaisesti poiketen kasvatuskelpoiset rauduskoivun taimet enintään 20 prosenttiin taimien kokonaismäärästä. Laskennan rajana sovellettiin näin valtioneuvoston asetusta metsien kestävästä hoidosta ja käytöstä (1308/2013) ja erityisesti sen 3. luvun 11 ja 12 §:ää.

Opinnäytetyötä varten sovellettiin ohjeen kohtaa omavalvonnan kontrollimittauksesta. Kontrollimittauksessa asiantuntija tarkastaa työkohteelta omavalvontaa vastaavan määrän koealoja ja liian suuren poikkeaman ilmetessä pyrkii kehittämään yrittäjän toimintaa halutulla tavalla. Yksittäisen kalenterivuoden aikana tehtäviä asiantuntijoiden kontrollimittauksia voi olla vähäinen määrä, mutta tässä työssä tarkastettiin tavallista laajempi otos uudistustarkastettavaksi kalenterivuonna 2014 merkityistä kuvioista. Ajatus oli tarkastaa taimikoiden uudistuminen ohjeistettua käytäntöä perusteellisemmin.

3.2 Uudistusalojen inventointityö

Metsä Group pyrkii ylläpitämään tietojärjestelmissään asiakkaidensa yhtiön käyttöön sallimaa metsävaratietoa. Tiedon avulla suunnitellaan sopimuksen mukaisesti asiakkaiden metsäomaisuuden hoitotoimenpiteitä ja ajoitetaan ne käyttäen hyväksi tutkimustietoa. Hyvänä ohjenuorana pidetään Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion Metsänhoidon suosituksia, joihin on koottu konsensusohjeistus mahdollisimman onnistuneelle metsänhoidolle Suomessa. Edellisessä alaluvussa mainitun Metsä Groupin taimikon laatuinventointiohjeen mukaiset inventoinnit ovat osa yhtiön tarjoamia palveluita, joilla varmistetaan asiakkaan metsäomaisuuden hyvä hoito.

Vuodelle 2014 ajoitetut inventoinnit kuuluivat opinnäytetyön tekijän opintojen harjoittelujaksoon. Alkukesästä metsäasiantuntija antoi tekijälle luettelon, johon hän oli valmiiksi eritellyt inventoitavat kuviot. Kuviot löytyivät myös yhtiön tietojärjestelmästä, ja ne kaikki olivat ehdotetut tarkastettaviksi vuonna 2014. Tämä kuviojoukko muodosti opinnäytetyössä käytetyn aineiston. Opinnäytetyön aiheeksi inventointikuvioden analysointi saatiin kuitenkin vasta syyskuussa 2014, joten inventointihetkellä ei tiedetty tehtävän pohjatyötä opinnäytetyölle. Vuodelle 2014 tehtäväksi ehdotetut taimikkoinventoinnit suoritettiin kesä- ja elokuun välisenä aikana annetun ohjeen mukaisesti. Taimikot sijaitsivat Pirkanmaan maakunnassa yhtiön Tampereen hankintapiirissä.

Inventoijan ajankäytön ja matkakustannuksien minimoimiseksi pyrittiin inventointimatkojen huolelliseen suunnitteluun: tavallisesti inventointityömaat ja -reitit suunniteltiin viikon alussa, ja inventointeja tehtiin keskimäärin kahtena päivänä viikossa täysipäiväisesti autolla kulkien. Tavallinen inventointityöpäivä koostui 1–4 verrattain toistensa lähellä sijainneista metsätiloista. Mitattavia kuvioita kertyi päivässä arviolta noin 6–20 kappaletta, mutta kuvioden määrä korreloi huonosti päivän fyysisen ja henkisen rasittavuuden kanssa: esimerkiksi edellisvuonna istutetussa VT-männikössä ja viisi vuotta sitten istutetussa OMT-kuusikossa liikkuminen poikkesivat etenkin aluskasvillisuuden johdosta huomattavasti toisistaan. Huomattavia eroja työmäärissä koitui myös kuvioden koosta (suurilla kuvioilla enemmän koealoja) ja ajomatkoista. Syrjäisemmille tiloille ajaessa hyödynnettiin inventoijan omaa käsi-GPS-laitetta, joka oli mukana myös maastossa kulkiessa. Ajantasaisella kartta-aineistolla varustettuna laite osoittautui tarpeelliseksi. Vaikka työmaille suunnistaminen olisi onnistunut hyvin pelkän inventointi-

sovelluksen pohjakartan avulla, päätettiin GPS-laitetta käyttää työmaiden välillä kulkiessa mm. puhelimen latauksen säästämiseksi.

Inventointityömaat luotiin itsenäisesti siirtämällä halutut kuviot omaksi työnannoksi. Mittaustyössä ja kuviolla suunnistamisessa hyödynnettiin mobiiliteknologiaa, ja älypuhelin toimi varsinaisena tulosten tallennusvälineenä. Käytetty älypuhelinsovellus paikansi käyttäjän sijainnin maastossa ja näytti inventoitavat koealat kuvion sisällä. Sovellus määräsi automaattisesti mitattavien koealojen paikat mutta antoi paikkatiedon ajoittaisesta epätarkkuudesta johtuen mahdollisuuden myös sijoittaa koeala kuvion ulkopuolelle ja mitata uusi koeala. Jos paikannuksen poikkeama todellisesta sijainnista oli muutamain metrin verran, mitattiin koeala välillä satunnaisesta paikasta mahdollisimman läheltä sovelluksen tarjoamaa kohtaa, käveltiin näytetyn (väärän) koealan kohdalle ja syötettiin tiedot. Toimintatapa säästi hivenen aikaa eikä vaikuttanut tulosten tarkkuuteen.

Kuvion sisäisten koealojen mittausjärjestys oli vapaa, mikä helpotti vaikeakulkuisimpien, pensastuneiden taimikoiden sisällä kulkemista. Koealalla mitattiin kasvatuskelpoiset taimet annetun ohjeen mukaisesti 3,99-metrisellä teleskooppivavalla, ja saadut koealatulokset tallennettiin älypuhelinsovelluksen muistiin. Koska kuviotiedot olivat jo yhtiön tiedossa, kerättiin taimien lukumäärän lisäksi vain tieto mahdollisista metsänhoidollisten toimenpiteiden tarpeesta. Kun kaikki kuviolle määrätyt koealat oli mitattu ja työmaa siten lopetettu, lähetti älypuhelin koealojen taimimäärän keskiarvon yhtiön tietojärjestelmään verkkoyhteyden välityksellä. Paria hetkellistä poikkeusta lukuun ottamatta älypuhelimien yhteys toimi hyvin verrattain syrjäisilläkin alueilla.

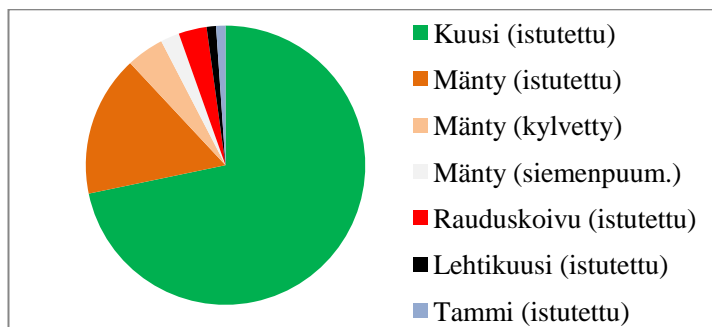
3.3 Tulosten käsittely

Valmistuneet työmaat kuitattiin yhtiön metsäomaisuuden hallintasovelluksessa. Inventoinneista saatujen tulosten perusteella kullekin inventoidulle kuviolle ehdotettiin seuraava toimenpide ajankohtineen. Pääasiassa taimikon iästä ja kasvupaikasta riippuen toimenpiteet olivat Tapion metsänhoidon suosituksiin perustuen joko heinäntorjunta, taimikon perkaus tai taimikonharvennus. Heinäntorjunnasta ja taimikon perkauksesta sekä niiden vaikutuksesta taimikon kehitykseen on kerrottu enemmän luvussa 2.3.

Syyskuussa opinnäytetyötä varten saatiin inventointitulosten yhteenveto ja lisäksi yhtiön metsäasiantuntijoiden tarkastustulokset sekä varsinaisen metsänuudistamistyön tehneiden yrittäjien uudistamistyön valmistumisen yhteydessä mitatut omavalvontatulokset. Metsäasiantuntijoiden tekemiä tarkastuksia ei löytynyt vertailtaviksi kuin muutama, mutta yrittäjien omavalvontatuloksia kertyi samoilta kuvioilta merkittävä määrä. Kerätyt inventointitiedot, metsäasiantuntijoiden tarkastusmittaukset ja yrittäjien omavalvontatulokset koottiin Microsoft Excel -taulukkoon, jonka avulla tulosten lajittelu ja tarkastelu suoritettiin, ja jonka avulla saaduista tuloksista muodostettiin kaavioita. Saadut tulokset on esitelty luvussa 4. Luvussa 5 tuloksia on verrattu muihin saman aihepiirin aikaisempiin tuloksiin, ja luvussa 6 on tehty johtopäätöksiä analysoidun aineiston pohjalta. Työn julkisesta versiosta on poistettu luottamuksellinen aineisto ja sen perusteella tehdyt johtopäätökset.

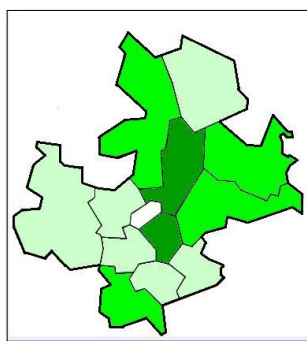
3.4 Aineiston jakautuminen

Kerätty aineisto oli tapauskohtaisesti rajattu, eikä siitä voi tehdä johtopäätöksiä yhtiön asiakkaiden metsien ominaispiirteiden jakaumista. Inventoituja kuvioita kertyi yhteensä 92 kappaletta (kuvio 1), ja niiden pääpuulajeihin lukeutuivat kuusi, mänty, rauduskoivu, lehtikuusi ja tammi. Yleisin pääpuulaji oli ylivoimaisesti kuusi: 63 kuviolle oli istutettu pelkästään kuusta. Lisäksi kahdella kuviolla kuusi oli pääpuulaji, mutta myös rauduskoivua oli istutettu pieni määrä, ja kolmannella kuviolla toinen pienemmän määrän viljelty puulaji oli mänty. Kuusi oli nämä mukaan luettuina pääpuulaji 66 kuviolla eli noin 72 prosentilla kohteista. Mänty oli noin 23 prosentin osuudellaan toiseksi yleisin uudistettu puulaji ollen pääpuulajina 21 kuviolla. Mäntykuvioista istutettuja oli 15, kylvettyjä neljä ja siemenpuumenetelmällä uudistettuja kaksi kappaletta. Kuusen ja männyn ohella inventointiin sisältyi kolme rauduskoivukuvioita ja yksi lehtikuusi- sekä tammikuvio.



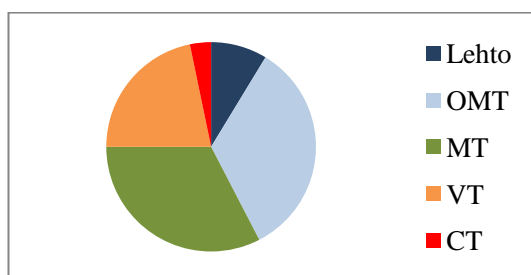
KUVIO 1. Inventoidut metsikkökuviot pääpuulajeittain ja uudistustavoittain jaoteltuina

Inventoidut kuviot jakautuivat maantieteellisesti tarkasteltuina 12 pirkanmaalaisen kunnan alueelle (kuvio 2), ja kuvioiden alueelliset lukumäärät voi karkeasti jakaa kolmeen luokkaan. Eniten kohteita sijaitsi Lempäälässä ja Tampereella. Kangasalla, Orivedellä, Urjalassa ja Ylöjärvellä oli myös suhteellisen runsaasti inventointialoja, ja Akaassa, Nokialla, Ruovedellä, Sastamalassa, Valkeakoskella ja Vesilahdella inventoituja kuvioita kertyi yksittäisiä kappaleita.



KUVIO 2. Inventointikuvioiden jakauma kunnittain. Värien selite: vaaleanvihreä 1-5 kpl, vihreä 6-15 kpl, tummanvihreä 16 kpl tai enemmän.

Metsätyypeittäin inventoituja kuvioita kertyi eniten käenkaali-mustikkatyypin metsistä (kuvio 3). Viljavuudeltaan vähintään tuoreilta kankailla muodostui aineistosta noin kolme neljäsosaa. Metsäntutkimuslaitoksen, joka on nykyisin osa Luonnonvarakeskusta, koostaman Metsätilastollinen vuosikirja 2014:n (2014, 51) mukaan Pirkanmaalla oli Valtakunnan metsien 11. inventoinnissa (VMI11) 774 000 hehtaaria kivennäismaapohjaista metsää. Näistä tuoreita tai rehevämpiä kankaita oli yhteensä 600 000 hehtaaria eli noin 77,5 %. Myös vastaavien rehevyysluokkien suomaat huomioiden VMI11:n mukaan Pirkanmaan kasvupaikoista metsämaan kankailla ja soilla noin 72,8 % oli rehevyydeltään vähintään tuoreita kankaita tai siihen rinnastettavia suotyypppejä. (Metsätilastollinen vuosikirja 2014, 51.) Inventoitujen kuvioiden metsätyyppien koostumus vastasi näin ollen hyvin tarkkaan virallisesti tilastoitua metsätyyppijakaumaa.



KUVIO 3. Inventoitujen metsikkökuvioiden jakauma metsätyypeittäin

4 TULOKSET

Inventoinnista saatuja tuloksia tarkasteltiin annettujen selvitystarpeiden mukaisesti. Tässä luvussa tarkastellaan yksittäisten tekijöiden vaikutusta metsänuudistamisen onnistumiseen, ja tämän jälkeen vertaillaan saatuja tuloksia yhtiön muiden toimijoiden vertailukelpoiseen mittaustuloksiin. Seuraavassa pääluvussa vertaillaan saatuja tuloksia aikaisempaan tutkimustietoon. Luottamuksellinen aineisto on poistettu julkisesta raportista.

4.1 Metsänuudistamisen onnistumiseen vaikuttavat tekijät

Opinnäytetyön ensimmäisenä tarkoituksena oli selvittää, kuinka erilaiset metsikön ominaisuudet vaikuttavat metsänuudistamisen onnistumiseen taimikon perustamisesta laatinventointihetkeen. Selvitettäviä tekijöitä olivat metsätyyppi, maalaji (kivennäismaat ja turvemaat erikseen), uudistushakkuun ajankohta vuoden tarkkuudella, kuvion maantieteellinen sijainti kuntatasolla, käytetty maanmuokkausmenetelmä ja laskennallinen viljelytiheys eli viljelykohtien määrä hehtaaria kohden. Lisäksi ehdolla analysointikohteiksi olivat hakkuun ajankohta vuodenajoittain ja hakkuutähteiden keruun vaikutus, mutta nämä karsiutuivat pois soveltamiskelpoisen aineiston puuttumisen vuoksi.

4.1.1 Metsätyyppi

Kuuselle istutetut alat jakautuivat neljään metsätyyppiin: lehtoon, käenkaalimustikkatyyppiin (OMT), mustikkatyyppiin (MT) ja puolukkatyyppiin (VT). Kuusen kylvöaloja ei kuulunut inventointialojen joukkoon, eikä kuusen uudistamista kylvämällä yleensä suositella uudistusmenetelmäksi muun muassa pintakasvillisuuden aiheuttamien ongelmien vuoksi (Äijälä ym. 2014, 49). Koska lehdoista mitattuja koealoja oli suhteellisen vähän, niistä saaduista tuloksista ei voi tehdä pitkälle vietyjä johtopäätöksiä.

Männyllä istutettujen taimien määrätavoite oli Tapion perustamishetken suositusten (2006, 92) mukaan vähintään 2000 kappaletta ja täydennysraja 1500 kappaletta hehtaarilla. Männyn kylvössä tavoiteltiin senhetkisten suositusten (2006, 92) mukaan 4000 kylvökohtaa hehtaarille. Erään määritelmän mukaan hyvälaatuinen kylväen tai luontai-

sesti uudistettu männyntaimikko on tiheydeltään vähintään 3000 kpl/ha (Kalland 2002, 36). Mustikkatyypin kylvökohteita oli vain yksi, ja kyseessä saattaa olla järjestelmään tietoa syöttäessä syntynyt virhe, koska MT:lle kylvöä ei suositella. Toisaalta kyseessä on voinut olla keskikarkea maalaji ja poikkeava kokeilu, mutta tästä ei ole tietoa. Luontaisesti uudistettujen VT-männiköiden keskiarvo koostui vain kahdesta ja vielä poikkeuksellisesta kohteesta: toinen oli uudistettu vasta vuosi aiemmin, ja toista kohdetta oli jouduttu täydentämään istuttamalla. Näin ollen niistä saadusta tuloksesta ei voi tehdä johtopäätöksiä.

4.1.2 Maalaji

Tässä yhteydessä käytetty maalajijako mukailee yhtiön tietojärjestelmässä käytettyä luokittelua. Inventoidut kuviot sijaitsivat usealla erilaisella kivennäismaalajilla, joista osa oli lajittuneita ja osa moreeneja. Lisäksi mukana oli yhtenä yhtenäisenä joukkona turvemaat. Osa maalajeista oli täsmennetty kivisiksi kuvastamaan poikkeuksellisen kivisen maaperän tuomia lisävaikeuksia käytännön uudistamistyössä. Rauduskoivun, lehtikuusen ja tammen inventoidut kuviot olivat yksittäistapauksia, jotka kaikki sijaitsivat hienojakoisilla maalajeilla. Osa alaluvussa 2.4.5 käsitellyistä abioottisista tuhoista, varsinkin rouste, vaikuttaa voimakkaimmin hienojakoisimpien maiden taimiin, mutta ko. tuhojen vaikutuksia inventoituihin taimiin ei pystynyt erittelemään.

4.1.3 Uudistushakkuun ajankohta

Uudistushakkuun ajankohdan tarkastelu tarkoitti käytännössä taimitiheyksien erittelyä taimikon perustamisvuoden mukaan. Inventointikuvioiden taimikot oli perustettu mahdollisimman nopeasti uudistushakkuun jälkeen. Neljällä kuviolla hakkuuvuotta ei ollut tallennettu erikseen, ja nämä on jätetty pois tarkastelusta. Kolmella kuviolla hakkuuta oli suoritettu kahtena peräkkäisenä vuonna, ja nämä on sijoitettu viimeisen hakkuuvuoden kohdalle. Yleisesti ottaen taimikon vanheneminen ja kasvu vaikutti sen selviytymiskykyyn ja oletettavasti myös havaittavuuteen aluskasvillisuuden seasta. Koska osa viljellyistä taimista kuitenkin kuolee vuosittain, kuvastaa tulos todennäköisesti etupäässä luontaisesti syntyneiden taimien täydentäneen kuolleen taimiaineksen edellä mainitun havaittavuuden helpottumisen ohella. Muiden puulajien kuin kuusen ja männyn uudistamisen onnistumista ei päätehakkuun ajankohdasta voi tässä yhteydessä päätellä aineis-

ton niukkuuden vuoksi: rauduskoivulla, tammella ja lehtikuusella oli vain yksi tai kaksi päätehakkuuvuotta.

4.1.4 Kuvion sijainti

Taimitiheyksien keskiarvojen vertailuun kunnittain tulee suhtautua kriittisesti. Uudistamistulos voi määräytyä hallinnollisten rajojen mukaan, jos samalla vaihtuu metsätoimihenkilön tai metsänviljelytyön tekevän yrittäjän vastuualue. Onnistumiseen vaikuttaa kuitenkin myös mikroilmastotasolle asti erittäin suuri määrä vaihtuvia tekijöitä ja lisäksi uudistamistoimenpiteiden ketjutuksen onnistuminen (Rantala ym. 2011, 35, 38; Äijälä ym. 2014, 149). Aukottomia päättelyitä kuvion sijainnin perusteella tuskin voi näin ollen tehdä. Huomionarvoista on myös, että usean kunnan aineiston jäätyä yksittäisten tapausten varaan on viiden tai harvemman inventointikohteen kunnat yhdistetty taulukossa (ei julkisessa raportissa) Muut-sarakkeeksi, jonka informaatioarvo on myös vähäinen. Vähintään kuusi inventointikohdetta kertyi kuudesta kunnasta. Rauduskoivun, lehtikuusen ja tammen istutusalat sijaitsivat kukin vain yhdessä kunnassa, mikä teki vertailun mahdottomaksi.

4.1.5 Maanmuokkausmenetelmä

Useilla kuvioilla käytettiin useampaa kuin yhtä maanmuokkausmenetelmää. Tämän alaluvun tarkasteluissa on huomioitu kuviolla suuremmalla pinta-alalla käytetty menetelmä. Joillakin kuvioilla tehtiin maanmuokkauksen ohessa myös ojitusta, mitä laskelmissa ei ole huomioitu. Seitsemälle kuviolle ei ollut tallennettu erikseen maanmuokkausmenetelmää, ja nämä kuviot on jätetty tarkastelusta pois. Koska muiden puulajien tavoitetiheydet poikkeavat kuusesta ja männystä, ja koska niitä koskeva aineisto oli niukkaa, ei niitä ole tässä yhteydessä tarkasteltu. Laikutuskohteita oli vain kaksi, ja ne sijaitsivat samalla tilalla kivisessä maastossa. Kuusen laikutuskohteiden erikoisluonteisuuden ja vähäisyyden vuoksi niistä saatu keskiarvo ei sovellu vertailuun. Männyllä kääntö- ja ojitusmätästetyt kohteet oli istutettu, ja äestetyt kohteet kokonaan sekä laikutetut kohteet yhtä kohdetta lukuun ottamatta kylvetty.

4.1.6 Laskennallinen viljelytiheys

Laskennallinen viljelytiheys tarkoittaa kylvökohtien tai istutettujen taimien määrää hehtaaria kohden. Tässä yhteydessä laskennallisena viljelytiheytenä on käytetty suomalaisessa metsätaloudessa normina pidettyjä Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion hyvän metsänhoidon suosituksia, jotka olivat taimikoiden perustamisvuosina vuoden 2006 version mukaiset. Havupuiden osalta myöhemmin korotetut tiheyssuosituksot olivat vuosina 2006–2014 istutuksille puulajeittain kuuselle vähintään 1600, männylle vähintään 2000, rauduskoivulle 1600 ja lehtikuuselle 1300 tainta hehtaaria kohden (Hyvän metsänhoidon suositukset 2014, 92). Tammelle käytettiin tässä yhteydessä rajana 600 tainta hehtaaria kohden. Mainittakoon, että männyllä tiheiden kylvötaimikoiden suositustiheys on vuoden 2014 suositusten mukaan vähintään 2500 kpl/ha (Äijälä ym. 2014, 160). Vaihtoehtoinen tapa tarkasteluun olisi ollut tarkastella yhtiön järjestelmään syötettyjä kuviokohtaisia taimimääriä, mutta koska taimimäärä oli pääasiassa metsänhoidon suositusten mukainen ja osasta kuvioita puutteellisesti tallennettu, päädyttiin tässä yhteydessä käyttämään suositusten mukaisia tiheyksiä. Metsälain mukaan (Äijälä ym. 2014, 38) eteläisen Suomen alueella, johon inventoidut taimikot kuuluvat, tulee viimeistään kymmenen vuotta hakkuun päättymisestä olla havupuuvaltaisissa taimikoissa 1500 ja lehtipuuvaltaisissa taimikoissa 1100 kasvatuskelpoista ja vähintään 50 cm:n pituista tainta hehtaaria kohden.

4.2 Tulosten vertailu

Toisena opinnäytetyön tavoitteena oli laatuinventointitulosten vertailu kahden muun mittaajatahon tuloksiin. Vertailukohtina toimivat yrittäjien taimikon perustamisvaiheessa suorittamat omavalvontamittaukset ja yhtiön metsäasiantuntijoiden suorittamat kontrollimittaukset. Vertailut tulokset olivat tapauskohtaisia, eli mittaajat kävivät samalla kuviolla ja mittasivat älypuhelinsovelluksen avulla samat koealat, minkä johdosta tulokset ovat täysin vertailtavissa keskenään.

4.2.1 Metsäasiantuntijoiden tarkastustulokset

Toimihenkilöiden vuosina 2013–2014 tekemiä kontrollimittauksia kohdistui kesän 2014 aikana inventoiduille koealoille seitsemän kappaletta (taulukko 1; kuvio 15). Vertailu jäi näin ollen yksittäistapausten tarkastelun varaan. Oleellista oli metsäasiantuntijoiden mittaustulosten jakautuminen kuuden kunnan alueelle, millä keinolla otoksesta tuli maantieteellisesti kattava.

TAULUKKO 1. Vertailu taimimäärien (kpl/ha) eroista vuosina 2013–2014 tehtyjen yrittäjien omavalvontamittausten ja metsäasiantuntijoiden tekemien kontrollimittausten sekä vuoden 2014 laatuinventoinnin välillä

Kuvio	Puulaji ja viljelytapa	Ero (%)
1	Männyn istutus	-16,67
2	Kuusen istutus	6,67
3	Männyn istutus	-15,92
4	Kuusen istutus	-26,12
5	Kuusen istutus	21,32
6	Kuusen istutus	-38,89
7	Kuusen istutus	-9,31

Kohteilla 3 ja 7 metsäasiantuntijoiden tarkastama työlaji oli kääntömätästys, muilla istutus. Kyseisiltä kohteilta ei löytynyt istutettujen taimien määrää yhtiön tietojärjestelmässä. Kuvion puulaji oli kuitenkin tiedossa, ja se varmistui laatuinventoinnin yhteydessä. Koska metsänuudistamisen maanmuokkauksessa pyritään toisaalta turhan työn välttämiseen ja toisaalta tavoitellaan riittävää istutus- tai kylvökohtien määrää, vastaa maanmuokkauskohtien määrä tarpeeksi suurella tarkkuudella istutetun taimiaineksen määrää. Näin ollen istutuskohdienten lukumäärää on näissä tapauksissa pidetty samana kuin istutettujen taimien määrää.

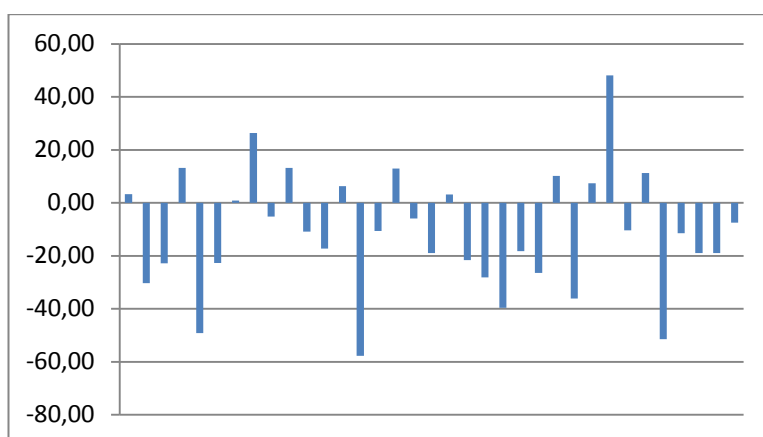
Kasvatuskelpoisten taimien määrä oli laatuinventoinnissa vähentynyt viidellä inventointikuviolla seitsemästä, kun lukemaa verrattiin metsäasiantuntijoiden kontrollimittauksiin, mikä oli odotettu tulos. Tosin jotkin mittauserot olivat huomattavan suuria mittausten välillä kulunut aika huomioiden. Muut kaksi inventointikohdetta olivat kuusen istutusaloja, joilla luontainen taimiaines on todennäköisesti täydentänyt taimimäärää. Huo-

mionarvoista on, että neljällä viidestä taimimäärältään vähentyneestä taimikosta taimia katosi yli 15 prosenttia ja viidennelläkin yli kymmenen prosenttia metsäasiantuntijan tulokseen verrattuna, tosin kohteen numero 6 karsiminen tasoittaa vaihtelua huomattavasti. Kyseiset kuviot olivat pääosin OMT- tai MT-metsätyyppejä eli melko reheviä kasvupaikkoja.

Kun verrataan metsäasiantuntijoiden kontrollimittauksia yrittäjien suorittamiin omavaltamittauksiin, joita oli samoille kohteille tehty viisi kappaletta, huomataan, että näiden kahden mittauksen välille ei muodostunut säännöllistä tulosityhteyttä, mikä saattaa myös selittyä aineiston vähyydellä. Kahdella kohteella metsäasiantuntijan ilmoittama taimimäärä poikkesi yli kymmenen prosenttia yrittäjän mittauslukemasta. Kaikki kohteet huomioiden metsäasiantuntijoiden mittaukset sijoituivat varsin lähelle yrittäjän ilmoittamaa ”alkuperäistä” tulosta.

4.2.2 Yrittäjien omavalvontatulokset

Yrittäjien suorittamia omavalvontamittauksia kertyi inventoiduilta koealoilta yhteensä 41 kappaletta. Mittaukset tehtiin vuosina 2012–2013 ja yhdessä taimikossa vuonna 2010, joten vertailujoukosta muodostui ajankohdan suhteen melko yhtenävä. Vertailun tulokset taulukkomuodossa ovat nähtävissä liitteessä 1. Valtaosa inventoiduista kuvioista, yhteensä 35 kappaletta, oli istutettu kuuselle, joten nämä taimikot valittiin erikseen tarkasteltaviksi alla olevaan graafiseen vertailuun (kuvio 16).



KUVIO 16. Yrittäjien omavalvontatulosten ja inventointimittausten ero prosentteina inventointihetkellä. Tulokset ovat vain kuuselle istutetuilta kuvioilta.

Taimikon perustamishetken ja inventointiajankohdan välillä eli pääosin 1-2 vuodessa keskimääräinen vähennys kuusen uudistusaloilta oli noin 11 prosenttia. Yli 20 prosentin hävikin mittausten välillä oli kokenut peräti 11 kuviota eli lähes kolmannes.

Suunnilleen kolmannes kuusen istutustaimikoista (12/35) oli saanut luontaisella lisäyksellä lisää kasvatuskelpoista taimiainesta ja korvannut kuolleista taimista johtuneen lukumääräisen hävikin. Kahta poikkeusta lukuun ottamatta lisäys oli kuitenkin enimmälleen noin 13 prosenttia ja suuri osa huomattavasti tätä vähemmän. Jos ääripäiden tuloksia karsitaan pois, erot tasoittuvat huomattavasti. Kokonaisuutena erotus säilyy kuitenkin luonnollisen hävikin myötä negatiivisena. Koska mittausten aikaväli oli pääasiassa 1–2 vuotta, ei ensimmäisten vuosien taimikatoa voi pitää erityisen vakavana.

Muita puulajeja kuin kuusta istutettiin vertailussa kuudelle kuviolle. Kolmelle kohteelle istutettiin mäntyä, kahdelle rauduskoivua ja yhdelle lehtikuusta. Männyllä kahdella kuviollla kolmesta kasvatuskelpoinen taimiaines oli lisääntynyt luontaisesti inventointiin mennessä, ja kolmannella koealalla taimimäärä oli pienentynyt vain vähän. Rauduskoivun taimet olivat pysyneet inventointihetkeen asti elossa melko hyvin. Lehtikuusen ainoalla inventointikohteella, jolle oli istutettu myös pieni määrä rauduskoivua, taimimäärä oli säilynyt kaksi vuotta istutuksen jälkeen ennallaan rehevästä OMT-metsätyypistä huolimatta.

5 VERTAILU AIKAISEMPIIN TUTKIMUKSIIN

Inventoinnissa saatuja tuloksia verrattiin edellisessä pääluvussa taimikoiden perustamishetkellä voimassa olleisiin Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisemiin Hyvän metsänhoidon suositusten suositusalarajoihin ja täydentämisrajoihin. Tässä pääluvussa tuloksia vertaillaan aikaisempiin tieteellisiin julkaisuihin ja mittaustuloksiin, joiden aihepiirit ovat verrannollisia saatujen tulosten kanssa. Lisäksi aihetta sivuten on tehty aikaisempia opinnäytetöitä, joihin tuloksia pyritään myös vertaamaan toisessa alaluvussa. Luottamuksellinen aineisto on poistettu julkisesta raportista.

5.1 Tieteelliset julkaisut ja mittaustulokset

Metsänuudistamisen laadun hallintaa ja seurantamenetelmiä ovat entisen Metsäntutkimuslaitoksen tutkijoista tutkineet muun muassa MMT Timo Saksa ja MMT Ville Kankaanhuhta (Metlan tietokanta: Kankaanhuhta, Ville 2015; Metlan tietokanta: Saksa, Timo 2015). Heidän yhteinen loppuraporttinsa metsänuudistamisen laadun seurantamenetelmän kehittämiseksi mittasi kattavasti suomalaisia metsänuudistamistuloksia vuosina 2000–2006. Raportin mukaan epäonnistuneiden taimikoiden osuus kuusen istutuksessa oli 12 %, männyn istutuksessa 20 % ja männyn kylvössä 28 %. Näissä kolmessa viljelytavassa hyvien taimikoiden osuus oli pienimmilläänkin suhteellisen korkeat 45 %. Tämä selittyy raportin määrittelemillä rajoilla hyvistä taimitiheyksistä, jotka olivat kuuselle jo tuolloin vanhentuneena pidetty (Kankaanhuhta & Saksa 2007, 14) 1600 kpl/ha, istutusmännikölle 1800 kpl/ha ja rauduskoivulle 1400 kpl/ha. Kylvölle ja luontaiselle uudistumiselle raja oli 3000 tainta hehtaarilla. Havupuiden istutuksessa mukaan luettiin vain kasvatettavat havupuut. (Kankaanhuhta & Saksa 2007, 13, 27.) Mitä uudistamisen epäonnistumisriskiin tulee, tässä inventoinnissa selkeästi yleisin uudistamismenetelmä, kuusen istutus, oli Kankaanhuhtan ja Saksan (2007, 27) kriteerien mukaan määritelty heikoksi, jos kasvatettavia havupuita oli enintään 1199 kpl/ha ja epäonnistuneeksi alle 800 kpl/ha tiheydellä.

VMI11:n tulosten ollessa vielä melko tuoreita ja jäsentelemättömiä edellisen, VMI10:n vuosien 2004–2008 mittauksiin perustuvat tulokset on jo käsitelty kattavasti. Hyvälaatuisten taimikoiden osuus oli VMI10:ssä pienentynyt edellisestä mittauksesta 30 prosenttiin (viljelytaimikoissa hyviä oli 40 %) ja hyvien sekä tyydyttävien taimikoiden

osuus noussut 74 prosenttiin. (Ihalainen ym. 2010, 433–434.) Kolmen edellisvuoden VMI-tietoihin perustuneen vuoden 2014 Metsätilastollisen vuosikirjan (2014, 61) mukaan Pirkanmaan pienistä taimikoista hyviä oli 48 % ja tyydyttäviä 31 %, eli taimikoiden kunto on parantunut.

Pienissä taimikoissa VMI10:n yleisimpiä tuhonaiheuttajia olivat hirvet ja muut selkärangaiset, ja myös ilmastotekijöiden sekä myyrien aiheuttamia tuhoja kirjattiin runsas määrä (Ihalainen ym. 2010, 440). Pienten taimikoiden tyypillisiksi tuhonaiheuttajiksi luettiin myös kuivuus ja tukkimiehentäi (Ihalainen ym. 2010, 445). Tuhonaiheuttajien kirjo lieene mukaillut myös tässä inventoinnissa mukana olleiden uudistusalojen tuhoja. Hyvälaatuisia taimikoita verrattaessa voidaan tarkastella taimitiheyksiä olettaen, että muut seikat, kuten taimikon laatu, olivat kunnossa.

Miina, Saksa ja Valkonen (2011, 39–44) tutkivat männyn uudistumisen laatua etenkin tuoreen kankaan kasvupaikoilla. Muiden laatutekijöiden kuin metsätyypin vaikutus on kuitenkin männyn kasvatuksessa oleellista ja vaikeasti mitattavissa. (Miina ym. 2011, 44.) Kuusen uudistamistuloksessa puolestaan Saksa (2011, 91–103) toteaa, ettei maanmuokkausmenetelmällä ollut vaikutusta kuusen istutustaimien pituuskehitykseen (Saksa 2011, 101). Vaikutusta oli sen sijaan muun muassa taimet peittävällä heinittymisellä. Opinnäytetyötä varten inventoiduilla taimikoilla heinittyminen oli todennäköisesti merkittävä taimikuolemien syy. Koska käytetty maanmuokkausmenetelmä oli lähes yksinomaan mätästys, ei tarkastelua muokkausmenetelmien eroista juuri voinut tehdä.

5.2 Opinnäytetyöt

Metsänuudistamisen onnistumisesta on tieteellisten julkaisujen lisäksi tehty myös aikaisempia opinnäytetöitä. Janne Vuorelan vuonna 2013 tehty Männyn kylvöjen onnistuminen Suomen metsäkeskuksen 2012 tarkastusaineiston perusteella -opinnäytetyö selvitti 5–9 vuotta aikaisemmin perustettujen männyn kylvötaimikoiden tilaa. Vuorelan opinnäytetyön aineisto oli laaja käsittäen 477 tarkastettua kuviota. Yhteensä 87 kuvion uudistaminen luokiteltiin epäonnistuneiksi, ja näistä 66 oli tuoreelle kankaalle kylvettyjä. Alle neljännes kuvioista luettiin uudistamistulokseltaan hyväksi. Pääsyynä pidettiin kilpailevan kasvillisuuden tukahduttamisvaikutusta männyn kylvölle liian rehevillä kuviolla. (Vuorela 2013, 18, 32, 36–37.)

Jori Majavan tutkintotyössä (2005) selvitettiin kolme vuotta aikaisemmin istutettujen kuusentaimikoiden ja kylvettyjen kuusi-mäntysekataimikoiden metsänhoidollista tilaa Hämeenkyrö-Viljakkalan metsänhoitoyhdistyksen alueella. Työn aineisto kerättiin 23 kuviolta ja oli siten selvästi tätä opinnäytetyötä suppeampi. Istutettuja kuusentaimia laskettiin keskimäärin 1019 kappaletta hehtaarilla ja kylvettyjä 522 kappaletta hehtaarilla. Monella kuviolla tarvittiin metsänhoidollisia toimenpiteitä taimien elossa pitämiseksi. Majavan tarkistamilla taimikkokuvioilla viljelytaimien määrä oli nykyistä selkeästi alhaisempi, mikä näkyi myös hänen tuloksissaan. Myös Majavan työssä (2005, 22) kiinnitettiin huomiota lakoavan heinän ja vadelman aiheuttamiin kuusentaimien kuolemiin.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

6.1 Epävarmuustekijät

Inventointityö suoritettiin aistinvaraiseen havainnointiin perustuen, joten tuloksiin ja niiden tulkintaan sisältyy lähtökohtaisesti inhimillisen virheen mahdollisuus. Erilaisia virhetekijöitä on tässä alaluvussa pyritty erittelemään ja eliminoimaan inventoinnin laadun takaamiseksi.

6.1.1 Aineiston koko ja laatu

Opinnäytetyön aineisto kerättiin yksinkertaistaen yhden metsätaloudellisen toimijan asiakkaiden keskuudesta, rajatulta alueelta ja lyhyenä ajanjaksona. Tämä altistaa analyysin tietyille virhetekijöille suhteellisen rajatusta aineistosta johtuen. Työn kohteena olivat kuitenkin nimenomaan yhtiön asiakkaiden metsät mm. yhtiön palvelutoiminnan parantamiseksi, joten aineiston jakauma on tältä osin perustellusti hyväksyttävä. Kesällä 2014 inventoituja kuvioita kertyi yhteensä 92 kappaletta, ja yrittäjien omavalvontatuloksia kertyi vastaavilta kuvioilta 41 kappaletta. Yleisesti ottaen otosta voidaan pitää melko kapeana. On kuitenkin huomioitava, että mitattu aineisto on selkeä kokonaisuus, joka kattaa kaikki vuonna 2014 uudistustarkastettaviksi yhtiön järjestelmissä ehdotetut taimikot yhden hankintapiirin alueelta. Otos kuvastaa näin ollen kattavasti analyysin kohteen ja muodostaa järkevästi tarkasteltavan kokonaisuuden.

Kuviotiedoittain luokittelu pilkkoi inventointialoja edelleen pienempiin tarkasteluryhmiin. Työmaajakauma mukaili kuitenkin todenmukaista jakaumaa pirkanmaalaisten metsien kesken, kuten alaluvussa 3.4 on Metsätilastollisen vuosikirjan (2014, 51) mukaan todettu. Tampereen hankintapiirin alueen metsät ovat yleisesti ottaen kasvupaikoiltaan koko Suomen keskiarvoa rehevämpiä, minkä voi huomata myös inventoitujen kuvioiden metsätyypijakaumasta. Inventoitujen kuvioiden uudistamisajankohdissa on myös vaihtelua, mikä selittyy eri metsänviljelytapojen ja metsikkökohtaisten olosuhteiden aiheuttamasta taimikoiden kasvuvauhdin kuvioittaisesta vaihtelusta. Kuvioiden inventointivuosi kuitenkin tasoittaa vaihtelua: tavoite on ollut ajoittaa inventointi ajankohtaan, jossa taimikko olosuhteista riippumatta olisi vertailukelpoinen joka kohteella.

Metsänuudistamisen onnistumisen laatuinventoinnin ajankohtina on pidetty männyn ja kuusen istutuksesta kolme, männyn kylvöstä neljä ja luontaisesti (tässä yhteydessä siemenpuumenetelmällä) uudistetuissa männyntaimikoissa viisi kasvukautta uudistamisen jälkeen (Kalland 2002, 36). Tässä tapauksessa inventointikohteet määräytyivät kuitenkin viime kädessä valmiiksi annetun luettelon mukaan.

6.1.2 Menetelmävirheet

Merkittävä osa inventoiduista uudistusaloista sijaitsi aistinvaraisen arvion mukaan verrattain rehevillä kasvupaikoilla. Aineiston jakauma tuki arviota: 43 % inventointikohteista sijaitsi vähintään lehtomaisella kankaalla ja 75 % vähintään tuoreella kankaalla. Teleskooppivavalla koealojen taimimääriä mitattaessa taimien laskenta tapahtui silmämääräisesti, ja paikoitellen inventointia hankaloitti runsas kasvillisuus. Tämä vaikeutti väkisin taimien löytymistä, ja mitatuille koealoille on näin ollen hyväksyttävä pieni prosentuaalinen poikkeama ”oikeasta” taimimäärästä. Epätarkkuutta vähensivät etenkin älypuhelinsovelluksen mahdollistama pieni siirtymä koealan keskipisteelle ja kasvillisuuden aiheuttaman haitan rajoittuminen lähinnä rehevimmille kasvupaikoille (kuva 3). On kuitenkin todettava, että sovelluksen sallima siirtymä koealan reunalle pienentää rehevimpien, so. taimia varjostavimpien, kohtien mukaantuloa inventointiin, mikä voi näyttää kuvion inventointituloksen todellisuutta parempana. Kokemuspohjaisen arvion mukaan tämän mittaustavan vaikutus jäi kuitenkin marginaaliseksi. Mikäli rehevimmiltä koealoilta haluttaisiin löytää jok’ikinen taimi, olisi jokainen koeala ”kammattava” tarkasti. Tämä onnistuisi todennäköisesti parhaiten aikaisin keväällä, jolloin havainnointia haittaisi lähinnä laonnut heinäkasvillisuus. Myöhemmin kesällä työ veisi liikaa aikaa, ja kuviolle ehdotettu toimenpide (lähinnä kiireellinen heinäntorjunta tai taimikon perkaus) ei oletettavasti muuttuisi.



KUVA 3. Kuvassa etualalla inventointikuvio Kangasalta. Osalla kuvioista inventointi helpottui näköesteiden puuttuttua erilaisista syistä. (Kuva: Antti Lehonoksa 2014)

Taimimäärää inventoidessa luettiin paikoitellen mukaan myös kasvatuskelpoisia ja luontaisesti syntyneitä taimia enintään 20 prosenttiin asti yksittäisen kuvion kokonaismäärästä. Luontaisesti syntyneet ja mahdollisimman hyvälaatuiset taimet hyväksyttiin koealoilla, joissa ei vaihtelevista syistä vaikuttanut olevan riittävästi viljeltyjä taimia. Ratkaisu perustui metsänuudistamisen laaduntarkkailun kriteereihin (Kalland 2002, 36), ja sillä pyrittiin silmämääräiseen kuvion taimikeskiarvoon, jotta menetelmä ei ”turhaan” näyttäisi kustannuksellisesti verrattain korkean täydennysistuttamisen/-viljelyn tarvetta ko. kuvioille. Mahdollisuus erottaa koealaa mitatessa puulajit toisistaan tarkentaisi koealamittauksen luotettavuutta ja tuottaisi yksityiskohtaisempaa tietoa.

Tiettyjä epävarmuustekijöitä on saattanut johtua myös yhtiön tietojärjestelmään syötettyjen tietojen virheellisyydestä. Tällaisia virheitä on kuitenkin hankala huomioida. Osa inventoiduista koealoista jätettiin pois tietyissä tulososion tarkasteluissa, koska niiden tiedot olivat epätäydellisiä. Tieto kuviolle istutetusta taimimäärästä oli järjestelmässä harvinainen, mutta sen oletettiin kullakin kuviolla olleen suositusten mukainen. Todellisuudessa paikan päälle toimitettua taimimäärääkään ei aineiston perusteella aina pystynyt erottelemaan, mutta merkittäviä poikkeamia suosituksista tuskin tapahtui. Virhe kuvion todelliseen pinta-alan nähden on teoriassa voinut aiheuttaa istutetuissa taimikoissa yli- tai alitiheyttä. Istutuskohtien vähäisyys esimerkiksi huomattavan kivisillä kohteilla saattoi aiheuttaa runsaasti taimikuolemia lyhyellä aikavälillä, mutta asia jää arvailujen varaan.

6.2 Johtopäätökset

Tämän opinnäytetyön oli tarkoitus tutkia kerätyn aineiston perusteella kahta aihetta. Ensimmäisenä oli selvitettävä, vaikuttivatko uudistusalojen metsätyyppi, maalaji, uudistushakkuun ajankohta, kuvion sijainti, käytetty maanmuokkausmenetelmä ja laskennallinen viljelytiheys uudistamistulokseen. Toiseksi vertailtiin saatuja tuloksia Metsä Groupin metsäasiantuntijoiden ja viljelytyön suorittaneiden yrittäjien omiin mittaustuloksiin. Rauduskoivun, lehtikuusen ja tammen osalta inventoidut kuviot jäivät yksittäistapauksiksi, joita käsiteltiin tulosluvussa mahdollisuuksien rajoissa.

Erilaisten yksittäisten tekijöiden vaikutuksiin metsänuudistamisen onnistumisessa tulisi suhteutua kriittisesti, koska todellisuudessa uudistumistulokseen vaikuttaa useiden tekijöiden yhteisvaikutus ja joissakin kohdin kausaaliset seuraussuhteet, kuten metsätyypin ja maalajin vaikutus muokkausmenetelmän valintaan. Jos tässä opinnäytetyössä tarkastelluista yksittäistekijöistä haluttaisiin tehdä kattava ja mahdollisimman varma analyysi, tulisi tarkastellun aineiston olla huomattavasti laajempi. Jokainen uudistusala on kuitenkin erilaisista lajittelukriteereistä tai niiden yhdistelmistä huolimatta ainutlaatuinen.

Kuntakohtainen uudistamistulosten tarkastelu osoittautui epäinformatiiviseksi eikä tuottanut juurikaan kelvollista tietoa. Uudistamisprosessin onnistumiseen vaikuttavat ensisijaisesti metsikkökohtaiset tekijät eivätkä ihmisen luomat hallinnolliset rajat. Suurin ongelma oli, että eri kuntien alueilla sovelletut uudistamismenetelmät ja muut olosuhteet eivät vastanneet toisiaan, eikä vertailukelpoista aineistoa siten syntynyt.

Kuusella käytettiin maanmuokkausmenetelmänä yksittäistapauksia lukuun ottamatta kääntö- tai ojitusmätästystä. Mätästykseen on yleisesti todettu olevan kuusen uudistamisessa selkeästi äestystä parempi vaihtoehto, mutta kääntö- ja laikkumätästykseen eroista puuttui ainakin vuonna 2011 tutkimustietoa (Rantala ym. 2011, 38). Laskennallisena viljelytiheytenä käytettiin Tapion vuoden 2006 puulajikohtaisia suositusrajoja.

Vuonna 2014 julkaistu uudistettu versio ko. suosituksista nosti tavoitteellisia taimitiheyksiä kuusella 1800:an ja istutetuilla männyllä 2200:an taimeen hehtaarilla. Kun sopiva aika vuonna 2014 tai myöhemmin perustetuista taimikoista on kulunut, tulisi näihin taimikoihin kohdistaa uusi vastaavanlainen inventointi, jotta vertailukelpoisten taimikoiden kehittymisen suunta tiedettäisiin. Seuraava inventointi olisi suositeltavampaa

suorittaa varhain keväällä, kun lumet ovat sulaneet mutta kasvillisuus on vasta aloittamassa kasvuaan. Näin taimien erottuvuus olisi selkeästi keski- ja myöhäiskesää parempi.

Toisessa tutkimuskysymyksessä vertailtiin eri mittaajien tuloksia keskenään. Metsäasiantuntijoiden kontrollimittauksia kertyi inventoiduilta kohteilta vain seitsemän kappaletta. Ne olivat lähellä käytännön viljelytyön tehneiden yrittäjien omavalvontamittausten lukemia. Opinnäytetyön tekijällä ei ollut tiedossa, tiesivätkö metsäasiantuntijat omavalvontamittausten tulokset kontrollimittaushetkellä. Myöhemmin tehdyissä opinnäytetyön inventointimittauksissa taimimäärät olivat metsäasiantuntijoiden mittauksiin nähden pääsääntöisesti vähentyneet, mikä on tavallista taimimäärän vähetessä vuosittain ns. luonnollisista syistä. Yleisimpiä taimituhojen syitä, jotka suurella todennäköisyydellä olivat vaikuttaneet myös inventoiduissa taimikoissa, olivat abioottiset tekijät, kuten kuivuus ja routa/rouste, erilaiset sienituhot, myyrät ja hyönteiset, kuten tukkimiehentäi. Suositusten mukainen tiheä taimikko ei todennäköisesti kärsi hoitamattoman taimikon tavoin hirvituhoista, joita inventoiduissa suhteellisen nuorissa taimikoissa ei vielä paljoa näkynyt.

Myös inventointitulosten vertailu yrittäjien omavalvontatuloksiin toi odotetun tuloksen. Taimikot olivat menettäneet ensimmäisinä 12 kasvukautenaan viljelyn jälkeen keskimäärin 11 % taimistaan inventointihetkeen mennessä, mikä on linjassa aikaisempien tutkimustulosten kanssa. Taimihävikin voi siis katsoa olleen normaali 1–2 ensimmäisen vuoden aikana, ja sekä yrittäjien että metsäasiantuntijoiden mittaustulosten pitäneen suurilta osin paikkansa. Metsä Groupin voimassa oleva ohjeistus taimien elossapysymisen varmistamisesta ensisijaisesti laadukkaan uudistamisketjun voimin vaikuttaa saatujen tulosten perusteella oikealta toimintatavalta.

LÄHTEET

Hamberg, L. & Löfström, I. 2011. Purppuranahakka torjuu tehokkaasti pihlaja- ja haapavesakoita. Metsätieteen aikakauskirja 1/2011, 50–52. [pdf] Luettu 6.9.2015.
<http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff11/ff111050.pdf>

Harstela, H. 2003. Taimikonhoidon vaikutus kuusen laatuun ja tuottoon. Metsätieteen aikakauskirja 2/2003, 143–152. [pdf] Luettu 28.8.2015.
<http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff03/ff032143.pdf>

Heikkilä, R., Kankaanhuhta, V., Lipponen, K. & Väkevä, J. 2012. MetInfo – Metsien terveys: Hirvi (*Alces alces*). Luonnonvarakeskus. Päivitetty 26.10.2012. Luettu 15.8.2015. http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit_kansi/alalce-n.htm

Helmisaari, H-S., Kukkola, M., Luiro, J., Saarsalmi, A., Smolander, A. & Tamminen, P. 2009. Hakkuutähteiden korjuu – muuttuuko typen saatavuus? Metsätieteen aikakauskirja 1/2009, 57–62. [pdf] Luettu 30.8.2015.
www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff09/ff091057.pdf

Henttonen, H., Kankaanhuhta, V. & Väkevä, J. 2000a. MetInfo – Metsien terveys: Lapinmyyrä (*Microtus oeconomus*). Luonnonvarakeskus. Päivitetty 9/2000. Luettu 29.8.2015. http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit_kansi/mioeco-n.htm

Henttonen, H., Kankaanhuhta, V. & Väkevä, J. 2000b. MetInfo – Metsien terveys: Metsämyyrä (*Clethrionomys glareolus*). Luonnonvarakeskus. Päivitetty 9/2000. Luettu 3.8.2015. http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit_kansi/clglar-n.htm

Henttonen, H., Kankaanhuhta, V. & Väkevä, J. 2000c. MetInfo – Metsien terveys: Peltonmyyrä (*Microtus agrestis*). Luonnonvarakeskus. Päivitetty 9/2000. Luettu 29.8.2015. http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit_kansi/miagre-n.htm

Henttonen, H., Kankaanhuhta, V. & Väkevä, J. 2003. MetInfo – Metsien terveys: Vesimyyrä (*Arvicola terrestris*). Luonnonvarakeskus. Päivitetty 5.8.2003. Luettu 13.8.2015. http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit_kansi/arterr-n.htm

Hyvän metsänhoidon suositukset. 2006. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja. Luettu 1.9.2015.

Ihalainen, A., Korhonen, K. T., Miina, J., Saksa, T. & Viiri, H. 2010. Metsänuudistamisen tila Suomessa VMI10:n aineistojen perusteella. Metsätieteen aikakauskirja 4/2010, 425–478. Luettu 5.9.2015. <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff10/ff104425.pdf>

Ilvesniemi, H. 2008. Metsämaa. Teoksessa Rantala, S. (toim.) Tapion taskukirja 2008, 25. uudistettu painos. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Metsäkustannus Oy, 119–132.

Jalkanen, R., Kankaanhuhta, V., Lipponen, K. & Väkevä, J. 2003. MetInfo – Metsien terveys: Männynversoruoste (*Melampsora pinitorqua*). Luonnonvarakeskus. Päivitetty 9/2000. Luettu 27.8.2015.
http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit_kansi/mepini-n.htm

Järvinen, E., Kolström, T., Kouki, J., Pitkänen, A. & Turunen, J. 2005. Kulotuksen ja maan muokkauksen vaikutus männyn siementen itämiseen ja kylvötaimien varhaiseen eloonjääntiin. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2005, 387–397. [pdf] Luettu 28.8.2015.
<http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff05/ff054387.pdf>

Kalland, F. 2002. Metsänuudistamisen laadun hallinta. Kokemuksia teollisuuden metsistä. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2002, 35–41. [pdf] Luettu 3.9.2015.
<http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff02/ff021035.pdf>

Kalland, F. 2004. Metsänuudistamisen laadunohjaus – niuhotusta vai tie laatuun ja kustannustehokkuuteen. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2004, 546–550. [pdf] Luettu 3.9.2015.
<http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff04/ff044546.pdf>

Kankaanhuhta, V. 2005. MetInfo – Metsien terveys: Tukkimiehentäi (*Hylobius abietis*). Luonnonvarakeskus. Päivitetty 14.1.2005. Luettu 18.7.2015.
http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit_kansi/hyabie-n.htm

Kankaanhuhta, V. & Saksa, T. 2007. Metsänuudistamisen laatu ja keskeisimmät kehittämiskohteet Etelä-Suomessa. Metsänuudistamisen laadun hallinta -hankkeen loppuraportti. Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen yksikkö. Luettu 5.9.2015.
<http://www.metla.fi/metinfo/taimitieto/julkaisut/metsanuudistus-screen.pdf>

Kankaanhuhta, V. & Väkevä, J. 2000a. MetInfo – Metsien terveys: Halla. Luonnonvarakeskus. Päivitetty 22.5.2012. Luettu 14.8.2015.
http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit_kansi/abhall-n.htm

Kankaanhuhta, V. & Väkevä, J. 2000b. MetInfo – Metsien terveys: Harmaahome (*Botrytis cinerea*). Luonnonvarakeskus. Päivitetty 28.2.2012. Luettu 28.8.2015.
http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit_kansi/bocine-p.htm

Kankaanhuhta, V. & Väkevä, J. 2000c. MetInfo – Metsien terveys: Routa. Luonnonvarakeskus. Päivitetty 9/2000. Luettu 28.8.2015.
http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit_kansi/abrou-p.htm

Kankaanhuhta, V. & Väkevä, J. 2004. MetInfo – Metsien terveys: Kuiva kasvukausi. Luonnonvarakeskus. Päivitetty 31.3.2004. Luettu 28.8.2015.
http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit_kansi/abkuiv-n.htm

Kemppainen, L. & Kubin, E. 1994. Effect of soil preparation of boreal spruce forest on air and soil temperature conditions in forest regeneration areas. *Acta Forestalia Fennica* 1994: 244. Luettu 26.8.2015. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/27260>

Kinnunen, K. 2002. Kylvö metsänuudistamismenetelmänä. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2002, 47–49. [pdf] Luettu 31.8.2015.
<http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff02/ff021047.pdf>

Laitala, M. 2015. Talvisten taimituhojen syy selvisi. *Tekniikka & Talous* 19.2.2015. Luettu 13.8.2015. <http://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/metsa/2015-02-19/Talvisten-taimituhojen-syy-selvisi-3258959.html>

Lier, M., Parviainen, J. & Västilä, S. 2012. Metsätuhot. 5/2011 Suomen metsät 2011 (päivitetty versio 2012). Maa- ja metsätalousministeriö sekä Metsäntutkimuslaitos. Päivitetty 13.3.2012. Luettu 22.8.2015. <http://www.metla.fi/metinfo/kestavyys/c2-forest-damage.htm#11>

Majava, J. 2005. Kuusen viljelyn onnistuminen Hämeenkyrö-Viljakkalan metsänhoitoyhdistyksen alueella. Metsätalouden koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu. Tutkintotyö.
<https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/9372/TMP.objres.9.pdf?sequence=2>

Metlan tietokanta: Kankaanhuhta, Ville. Päivitetty 4.9.2015. Luettu 4.9.2015.
<http://www.metla.fi/pp/VKan/>

Metlan tietokanta: Saksa, Timo. Päivitetty 1.9.2015. Luettu 4.9.2015.
<http://www.metla.fi/pp/TSak/>

Metsälaki 12.12.1996/1093.

Metsänhoidon laadunvarmistusohje 2014. Metsäliitto Puunhankinta. [pdf] Julkaistu 22.1.2014. Luettu 20.3.2015.

Metsätilastollinen vuosikirja 2014. 2014. Metsäntutkimuslaitos. [pdf]. Luettu 30.8.2015.
<http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2014/>

Miina, J. & Saksa, T. 2010. Perkaustavan ja -ajankohdan vaikutus männyn istutustaimikon kehitykseen Etelä-Suomessa. Metsätieteen aikakauskirja 2/2010, 115–127. [pdf] Luettu 6.9.2015. <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff10/ff102115.pdf>

Miina, J. & Saksa, T. 2013. Perkauksen vaikutus männyn kylvö- ja luontaisen taimikon kehitykseen ja taimikonhoidon ajanmenekkiin. Metsätieteen aikakauskirja 1/2013, 33–44. [pdf] Luettu 14.8.2015. <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff13/ff131033.pdf>

Miina, J., Saksa, T. & Valkonen, S. 2011. Männyn taimikoiden laatu tuoreen kankaan kasvupaikoilla. Metsätieteen aikakauskirja 1/2011, 39–45. [pdf] Luettu 6.9.2015.
<http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff11/ff111039.pdf>

Myyräennusteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedotteet 1994–2014. Luonnonvarakeskus. Päivitetty 7.1.2015. Luettu 29.8.2015.
<http://www.metla.fi/tiedotteet/?tyyppi=%3Amyyr%E4&hakusana=&t=&l=&Submit=Hae>

Rantala, J., Saksa, T. & Uotila, K. 2011. Kustannustehokas ja kannattava metsänuudistamisketju. Metsätieteen aikakauskirja 1/2011, 35–38. [pdf] Luettu 30.8.2015.
<http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff11/ff111035.pdf>

Saksa, T. 2011. Kuusen istutustaimien menestyminen ja tukkimiehentäin tuhot eri tavoin muokatuilla uudistusaloilla. Metsätieteen aikakauskirja 2/2011, 91–105. [pdf] Luettu 17.8.2015. <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff11/ff112091.pdf>

Saksa, T. 2013. Hakkuutähteen korjuun vaikutuksista 10-vuotiaissa kuusen taimikoissa. Metlan työraportteja 289, 142–146. [pdf] Luettu 30.8.2015.
<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2014/mwp289-16.pdf>

Siipilehto, J. 2001. Effect of weed control with fibre mulches and herbicides on the initial development of spruce, birch and aspen seedlings on abandoned farmland. *Silva Fennica* 35 (4), 402–411. [pdf] Luettu 28.8.2015.
<http://www.metla.fi/silvafennica/abs/sa35/sa354403.htm>

Tuhohyönteisten kehitys ja lämpösumma 2014. MetInfo – Metsien terveys. Luonnonvarakeskus. Päivitetty 7.8.2014. Luettu 15.8.2015.
<http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/opas/ls-ennuste.html>

Tuhonaiheuttajaluettelo 2013. Metsätuho-opas. MetInfo – Metsien terveys. Luonnonvarakeskus. Päivitetty 12.2.2013. Luettu 15.8.2015.
<http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/opas/tuhonaiheuttajaluettelo.htm>

Valtioneuvoston asetus metsien kestävästä hoidosta ja käytöstä 30.12.2013/1308.

Vuorela, J. 2013. Männyn kylvöjen onnistuminen Suomen metsäkeskuksen 2012 tarkastusaineiston perusteella. Metsätalouden koulutusohjelma. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.
http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/68023/Vuorela_Janne.pdf?sequence=1

Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2014. Metsanhoidon suositukset. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja. [pdf] Päivitetty 17.9.2014. Luettu 2.9.2015.
http://www.tapio.fi/files/tapio/metsanhoitosuosituks/Metsanhoidon_suosituks_ver3_netti_170914.pdf

LIITTEET

Liite 1. Inventoinnista saatujen mittaustulosten vertailu yrittäjien mittaustuloksiin kuvi-
oittain

1 (2)

Kuvio	Kunta	Puulaji ja viljelytapa	Hakkuu- vuosi	Ero (%)
1	Lempäälä	kuusen istutus	2013	3,23
2	Lempäälä	raud. koivun ist.	2013	-9,09
3	Lempäälä	kuusen istutus	2013	-30,30
4	Lempäälä	raud. koivun ist.	2013	3,45
5	Lempäälä	kuusen istutus	2013	-22,86
6	Lempäälä	kuusen istutus	2012	13,16
7	Lempäälä	kuusen istutus	2012	-49,22
8	Lempäälä	kuusen istutus	2012	-22,73
9	Lempäälä	kuusen istutus	2012	0,90
10	Ylöjärvi	kuusen istutus	2013	26,32
11	Tampere	kuusen istutus	2013	-5,15
12	Tampere	männyn istutus	2012	9,52
13	Tampere	kuusen istutus	2012	13,16
14	Tampere	kuusen istutus	2012	-10,87
15	Tampere	kuusen istutus	2012	-17,24
16	Tampere	kuusen istutus	2012	6,25
17	Tampere	kuusen istutus	2012	-57,78
18	Tampere	kuusen istutus	2010	-10,59
19	Ruovesi	kuusen istutus	2013	12,94
20	Ruovesi	männyn istutus	2013	10,42
21	Ruovesi	männyn istutus	2013	-4,76
22	Nokia	kuusen istutus	2012	-5,88
23	Sastamala	kuusen istutus	2012	-18,92

(jatkuu)

2 (2)

24	Sastamala	kuusen istutus	2012	3,13
25	Sastamala	kuusen istutus	2012	-21,62
26	Sastamala	kuusen istutus	2012	-28,13
27	Tampere	kuusen istutus	2012	-39,56
28	Urjala	kuusen istutus	2013	-18,18
29	Urjala	kuusen istutus	2013	-26,44
30	Urjala	kuusen istutus	2013	10,14
31	Vesilahti	kuusen istutus	2013	-36,11
32	Vesilahti	kuusen istutus	2013	7,41
33	Vesilahti	kuusen istutus	2013	48,15
34	Ylöjärvi	kuusen istutus	2013	-10,33
35	Ylöjärvi	lehtikuusen ist.	2012	-2,78
36	Ylöjärvi	kuusen istutus	2012	11,23
37	Tampere	kuusen istutus	2012	-51,43
38	Tampere	kuusen istutus	2012	-11,52
39	Tampere	kuusen istutus	2013	-18,92
40	Ylöjärvi	kuusen istutus	2013	-18,92
41	Ylöjärvi	kuusen istutus	2013	-7,50